



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Mejoramiento del desempeño de la construcción al implementar Lean Construction en el control de la producción en una obra de infraestructura aérea en Arequipa, Perú, en el año 2017

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

AUTOR

Erick Anthony QUIÑONEZ PABLO

ASESOR

Omar Demetrio TELLO MALPARTIDA

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Quiñones, E. (2019). *Mejoramiento del desempeño de la construcción al implementar Lean Construction en el control de la producción en una obra de infraestructura aérea en Arequipa, Perú, en el año 2017*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

CODIGO ORCID DEL AUTOR:
NO TIENE

CODIGO ORCID DEL ASESOR:

0000-0002-5043-6510

DNI DEL AUTOR:

48054439

GRUPO DE INVESTIGACION:

NO PRESENTA

INSTITUCIÓN QUE FINANCIA PARCIAL O TOTALMENTE LA INVESTIGACIÓN:

AUTOFINANCIADA

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DONDE SE DESARROLLA LA INVESTIGACIÓN. DEBE
INCLUIR

LOCALIDADES Y COORDENADAS GEOGRÁFICAS:

PAÍS: PERÚ

REGIÓN: AREQUIPA

PROVINCIA: AREQUIPA

DISTRITO: LA JOYA

LOCALIDAD: FRENTE A LA BASE FAP

LATITUD: 16°49'17.0"S

LONGITUD: 71°51'27.8"W

AÑO O RANGO DE AÑOS QUE LA INVESTIGACIÓN ABARCÓ:

2017



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú - DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

En las instalaciones de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, el día viernes 28 de junio del año 2019, siendo las 4:00 p.m. en presencia de los señores docentes designados como miembros del Jurado Calificador:

- | | |
|---------------------------------------|------------|
| - Dr. FÉLIX SANTIAGO SÁNCHEZ BENITES | Presidente |
| - Dr. HUMBERTO IVAN PEHOVAZ ALVAREZ | Miembro |
| - Arq. GINA GABRIELA CHAMBI ECHEGARAY | Miembro |

Reunidos para el Acto Académico Público de la Sustentación de TESIS de Don: ERICK ANTHONY QUIÑONEZ PABLO Bachiller en Ingeniería Civil quien sustentará la Tesis titulada "MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN AL IMPLEMENTAR LEAN CONSTRUCTION EN EL CONTROL DE LA PRODUCCION EN UNA OBRA DE INFRAESTRUCTURA AÉREA EN AREQUIPA, PERÚ, EN EL AÑO 2017", para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil. Los miembros del Jurado calificador, escuchada la sustentación respectiva, plantearon al graduando las observaciones pertinentes, que fueron absueltas a:

SATISFACCIÓN

El Jurado procedió a la calificación, cuyo resultado fue la nota de:

APROBADO BUENO (16) DIECISEIS

Habiendo sido aprobada la Sustentación de Tesis por el Jurado Calificador, el Presidente del Jurado, recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, otorgue el Título Profesional de Ingeniero Civil a don ERICK ANTHONY QUIÑONEZ PABLO.

Siendo las 11:30 horas se dio por concluido el acto académico, expidiéndose cinco (05) Actas Originales de la sustentación de Tesis.

Ciudad Universitaria, 28 de junio del 2019.

Dr. FÉLIX, SANTIAGO SÁNCHEZ BENITES
Presidente

Dr. HUMBERTO IVAN PEHOVAZ ALVAREZ
Miembro

Arq. GINA GABRIELA CHAMBI ECHEGARAY
Miembro

Mg. RICARDO RAMIRO SANTOS RODRIGUEZ
DIRECTOR

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL





DEDICATORIA

A mis padres, por el respaldo incontrastable que me empujó a alcanzar los objetivos trazados.

A mi hermano, por ser compañero de vida e inspiración.

A mi familia, por su incondicional amor y paciencia.

A mis profesores, por sus enseñanzas, orientación y sabiduría.

A mis amigos y amigas, por el apoyo y motivación que me permitió continuar.

A mis compañeros del trabajo, por las innovaciones generadas y experiencias compartidas.

A la UNMSM, por haberme preparado para afrontar con éxito, todas las esferas de la vida.



AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Omar Tello por su asesoría de tesis en la parte metodológica y de especialidad.

Al Ing. Jorge Miranda por su asesoría de tesis en la parte de especialidad y su acompañamiento constante.

Al Ing. Ricardo Santos por sus enseñanzas y asesoría constante.

Al Ing. Félix Sánchez, a la Arq. Gina Chambi y al Ing. Humberto Pehovaz por sus aportes, enseñanzas y consejos de mejora.

Al Ing. Giovanni Cornejo, Ing. Octavio Caya, Lic. Francis Cruz, Ing. José Reyes, Ing. Jiménez y al Ing. José Juárez por sus enseñanzas y sólida formación.

Al Ing. Humberto Sobrevilla, al Ing. Miguel de la Torre y la Ing. Alejandra Marquina por la confianza depositada y experiencia compartida.

A la Ing. María Salome, Ing. Santiago Ruiz, Lic. Ximena Rodríguez, Ing. Cesar Guzmán, Ing. Felipe Quiroz y al Ing. Carlos León por sus enseñanzas y ejemplo.

Al Ing. Pablo Orihuela, Ing. Luis Fernando Alarcón y al Ing. Felipe Pons por sus enseñanzas e inspiración.



RESUMEN

La presente investigación tiene por nombre “Mejoramiento del desempeño de la construcción al implementar Lean Construction en el control de la producción en una obra de infraestructura aérea en Arequipa, Perú, en el año 2017”. Es una investigación del tipo cuantitativa con un nivel de estudio explicativo. En la cual existe una variable independiente y otra dependiente; y se analiza la relación que existe entre ellas. La variable independiente es el control de la producción y la variable dependiente es el desempeño de la construcción.

La investigación tiene como propósito corroborar si realmente cuando se implementa la filosofía de trabajo Lean Construction en el control de la producción se mejora el desempeño de la construcción. Ya que las bases teóricas indican que Lean se puede aplicar a todo tipo de proyectos. El aporte de la investigación radica en probar o refutar dicha hipótesis para un nuevo tipo de proyecto. A la fecha una implementación en una obra de infraestructura aérea no ha sido documentada ni en tesis ni en artículos científicos.

Otros aportes de la investigación son: la medición cuantitativa de la cantidad de beneficios que puede brindar Lean; la demostración de que la filosofía Lean se puede aplicar a proyectos de infraestructura aérea; dejar registrado un proyecto de implementación que sea tomado como ejemplo; la ampliación del listado de actividades catalogadas para cada naturaleza de proyecto a fin de hacer comparables las mediciones de productividad entre diferentes obras; un manual del sistema de producción Lean; y las lecciones aprendidas recopiladas a lo largo de todo el proceso de implementación.

Para corroborar la hipótesis se utilizará un diseño pre-experimental. Se realizará una medición de los indicadores de cada dimensión de la variable dependiente antes de la implementación Lean. Luego se realizará una segunda medición de los indicadores de dicha variable después de la implementación Lean. Para las mediciones se utilizarán herramientas como el muestreo de trabajo y la revisión documentaria. Se contrastará los resultados a fin de evaluar las variaciones obtenidas y extraer conclusiones.

En el capítulo uno se encontrará la realidad problemática, los antecedentes, el planteamiento del problema, la justificación, los alcances, las limitaciones y los objetivos de la investigación.

En el capítulo dos se encontrará el marco teórico. En este se detalla las bases teóricas de las dos variables, sus dimensiones y sus indicadores.

En el capítulo tres se encontrará la metodología, compuesta por la hipótesis, la definición conceptual de las variables, la definición operacional de las variables, la matriz de consistencia, el diseño de investigación y el proceso metodológico.

En el capítulo cuatro se encontrará el desarrollo de la investigación. Compuesto por la presentación del proyecto, la descripción del caso, el diagnostico, la medición previa a la implementación, la implementación, la medición posterior a la implementación, la presentación de los resultados, la discusión de estos y otros aportes producto de la investigación.

En el capítulo cinco se encontrará las conclusiones, recomendaciones y líneas de investigación futura. Finalmente, en el capítulo seis se podrá encontrar las referencias bibliográficas y en el capítulo siete todos los anexos de la investigación.

PALABRAS CLÁVES

Construcción, Lean Construction, Last Planner System, control de la producción, productividad.



ABSTRACT

The present investigation has the name "Improvement of the performance of the construction when implementing Lean Construction in the control of the production in a work of aerial infrastructure in Arequipa, Peru, in the year 2017". It is a research of the quantitative type with an explanatory level of study. In which there is an independent variable and another dependent variable; and the relationship between them is analyzed. The independent variable is the control of production and the dependent variable is the performance of the construction.

The purpose of the research is to corroborate whether the construction performance is actually improved when the Lean Construction work philosophy is implemented in the control of production. Since the theoretical basis indicates that Lean can be applied to all types of projects. The contribution of the research lies in proving or refuting this hypothesis for a new type of project. To date, an implementation of an aerial infrastructure work has not been documented either in thesis or in scientific articles.

Other contributions of the research are: the quantitative measurement of the amount of benefits that Lean can provide; the demonstration that the Lean philosophy can be applied to air infrastructure projects; leave an implementation project registered that is taken as an example; the extension of the list of cataloged activities for each project nature in order to make the productivity measurements between different works comparable; a manual of the Lean production system; and the lessons learned gathered throughout the implementation process.

To corroborate the hypothesis, a pre-experimental design will be used. A measurement of the indicators of each dimension of the dependent variable will be made before the Lean implementation. Then a second measurement of the indicators of said variable will be made after the Lean implementation. For the measurements, tools such as work sampling and documentary review will be used. The results will be contrasted in order to evaluate the variations obtained and draw conclusions.

In chapter one you will find the problematic reality, the antecedents, the approach of the problem, the justification, the scope, the limitations and the objectives of the investigation.

In chapter two you will find the theoretical framework. In this the theoretical bases of the two variables, their dimensions and their indicators are detailed.

In chapter three you will find the methodology, consisting of the hypothesis, the conceptual definition of the variables, the operational definition of the variables, the consistency matrix, the research design and the methodological process.

In chapter four you will find the development of the investigation. Composed by the presentation of the project, the description of the case, the diagnosis, the measurement prior to the implementation, the implementation, the measurement after the implementation, the presentation of the results, the discussion of these and other contributions product of the investigation.

In chapter five you will find the conclusions, recommendations and lines of future research. Finally, in chapter six you can find the bibliographical references and in chapter seven all the annexes of the research.

KEYWORDS

Construction, Lean Construction, Last Planner System, production control, productivity.



ÍNDICE

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	17
1.2. ANTECEDENTES	19
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	21
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.7. INDICADORES DE LOGRO	23
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	24
2.1. LEAN THINKING	24
2.2. LEAN CONSTRUCTION	28
2.3. LAS TEORÍAS DE PRODUCCIÓN	34
2.4. MODELO LEAN Y MODELO TRADICIONAL.....	36
2.5. CONCEPTOS DEL LEAN CONSTRUCTION	40
2.6. LAST PLANNER SYSTEM.....	49
2.7. GESTIÓN DE PROYECTOS.....	61
2.8. LOS TIPOS DE TRABAJO	64
2.9. HERRAMIENTAS LEAN	65
2.10. GESTIÓN DE LA CALIDAD.....	71
2.11. GESTIÓN DE SEGURIDAD.....	73
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA	76
3.1. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	76
3.2. VARIABLES	76
3.3. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	79
3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	80
CAPÍTULO 4: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	82
4.1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	82
4.2. DESCRIPCIÓN DEL CASO	86
4.3. DESARROLLO DEL CASO	87
4.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	110
4.5. APORTES PRODUCTO DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	122
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA.....	124
5.1. CONCLUSIONES	124
5.2. RECOMENDACIONES.....	125



5.3. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA	125
CAPÍTULO 6: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	126
CAPÍTULO 7: ANEXOS.....	128
7.1. ANEXO 1: INDICADORES DE PRODUCCIÓN	128
7.2. ANEXO 2: VALUE STREAM MAP	157
7.3. ANEXO 3: CARTAS BALANCE	162
7.4. ANEXO 4: GO TO GEMBA	175
7.5. ANEXO 5: SECTORIZACIÓN	181
7.6. ANEXO 6: PLANIFICACIÓN.....	188
7.7. ANEXO 7: INDICADORES DE GESTIÓN	220
7.8. ANEXO 8: INDICADORES DE CALIDAD	233
7.9. ANEXO 9: INDICADORES DE SEGURIDAD	237
7.10. ANEXO 10: REGISTRO DE CAPACITACIONES	243
7.11. ANEXO 11: PANEL FOTOGRÁFICO DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	253
7.12. ANEXO 12: PANEL FOTOGRÁFICO DE LA IMPLEMENTACIÓN LEAN.....	262
7.13. ANEXO 13: LISTADO DE ACTIVIDADES CATEGORIZADAS	273
7.14. ANEXO 14: COMPENDIO DE LECCIONES APRENDIDAS	287
7.15. ANEXO 15: MANUAL DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN.....	296



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Indicadores de logro.....	23
Tabla 2: Diferencia en 1986 entre una planta de montaje de EEUU y Japón	24
Tabla 3: Operacionalización de la variable independiente.....	78
Tabla 4: Operacionalización de la variable dependiente	78
Tabla 5: Matriz de consistencia.....	79
Tabla 6: Diseño pre-experimental.....	80
Tabla 7: Criterios de inclusión y exclusión para la muestra.....	80
Tabla 8: Registro de mediciones antes de la implementación	90
Tabla 9: Registro de mediciones después de la implementación.....	105
Tabla 10: Histórico de los indicadores de gestión	111
Tabla 11: Cuadro comparativo de los indicadores de la variable dependiente.....	120



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representación de la cadena de valor según la filosofía Lean	25
Figura 2: Libros que contribuyeron a la difusión del pensamiento Lean.....	27
Figura 3: Principios del Lean Thinking.....	27
Figura 4: Diferencia entre las actividades que añaden valor y las que no.....	29
Figura 5: Relación cliente proveedor	29
Figura 6: Esquema del plan, buffer y variabilidad.....	30
Figura 7: Esquema de la reducción sistemática del tiempo de ciclo	30
Figura 8: Esquema de la simplificación de procesos.....	31
Figura 9: Cuadrilla multidisciplinaria.....	31
Figura 10: Esquema del Lean Construction.....	33
Figura 11: Teoría de producción como transformación	34
Figura 12: Teoría de producción como flujo	34
Figura 13: Teoría de producción como generación de valor	35
Figura 14: Proporción de los tipos de trabajo en la jornada.....	35
Figura 15: Curva de MacLeamy.....	37
Figura 16: Esquema de la gestión integral de proyectos	37
Figura 17: Definición de mayor utilidad según la visión tradicional	38
Figura 18: Definición de mayor utilidad según la visión Lean.....	38
Figura 19: Modelo de producción tradicional vs Lean.....	39
Figura 20: Esquema de implementación Lean	41
Figura 21: Perfil del profesional Lean Construction.....	43
Figura 22: Curva de aprendizaje	47
Figura 23: Cinco conversaciones cruciales.....	49
Figura 24: Esquema del plan maestro.....	51
Figura 25: Esquema del plan de fases	52
Figura 26: Esquema del Look Ahead Planning	53
Figura 27: Los 7 flujos principales de la construcción.....	54
Figura 28: Formato de análisis de restricciones.....	55
Figura 29: Esquema del plan semanal de producción	56
Figura 30: Esquema del plan diario.....	57
Figura 31: Esquema del porcentaje del plan cumplido.....	58
Figura 32: Esquema de las razones de no cumplimiento	59
Figura 33: Esquema del Last Planner System.....	60
Figura 34: Elementos de un proyecto	61
Figura 35: Formato para el muestreo de trabajo.....	66
Figura 36: Ejemplo de nivel general de actividad	66
Figura 37: Simbología para la elaboración de un value stream map.....	67
Figura 38: Formato de carta balance	68
Figura 39: Ejemplo de resultados de carta balance	70
Figura 40: Formato de go to gemba.....	70
Figura 41: Ubicación del proyecto	82
Figura 42: Componentes del proyecto en 2D	85
Figura 43: Componentes del proyecto en 3D.	86
Figura 44: Curva S antes de la implementación.....	88
Figura 45: Histórico del SPI antes de la implementación.....	89
Figura 46: Histórico del CPI antes de la implementación	89



Figura 47: Estudio de productividad de Morales y Galeas.....	90
Figura 48: Distribución de los tipos de trabajos antes de la implementación.....	91
Figura 49: Desagregado de la distribución del NGA antes de la implementación.....	91
Figura 50: No conformidades internas y externas antes de la implementación	92
Figura 51: No conformidades externas antes de la implementación	92
Figura 52: No conformidades internas antes de la implementación.....	93
Figura 53: Índice de frecuencia anual antes de la implementación	93
Figura 54: Índice de gravedad anual antes de la implementación	93
Figura 55: Índice de accidentabilidad antes de la implementación	94
Figura 56: Plan maestro.	96
Figura 57: Sectorización de los diferentes componentes del proyecto.....	97
Figura 58: Tren de actividades para los diferentes componentes del proyecto	97
Figura 59: Look Ahead Planning en obra	98
Figura 60: Reunión semanal de producción	99
Figura 61: Porcentaje del plan cumplido histórico	100
Figura 62: Value stream maps desarrollados.....	101
Figura 63: Cartas balance desarrolladas	102
Figura 64: Go to gemba desarrollados	103
Figura 65: Curva S después de la implementación	104
Figura 66: Histórico del SPI después de la implementación	104
Figura 67: Histórico del CPI después de la implementación.....	105
Figura 68: Distribución de los tipos de trabajos después de la implementación	106
Figura 69: Desagregado del NGA después de la implementación	106
Figura 70: No conformidades internas y externas antes de la implementación	107
Figura 71: No conformidades externas antes de la implementación	107
Figura 72: No conformidades internas antes de la implementación.....	108
Figura 73: Índice de frecuencia anual después de la implementación.....	108
Figura 74: Índice de gravedad anual después de la implementación.....	109
Figura 75: Índice de accidentabilidad después de la implementación	109
Figura 76: Curva S	110
Figura 77: Histórico del SPI	112
Figura 78: Histórico del CPI	112
Figura 79: Histórico de las proyecciones de costo total del proyecto y utilidad margen.....	113
Figura 80: Histórico del nivel general de actividad	114
Figura 81: Histórico del trabajo productivo	114
Figura 82: Histórico del trabajo contributivo	115
Figura 83: Histórico del trabajo no contributivo	116
Figura 84: Histórico de las no conformidades internas y externas.....	117
Figura 85: Histórico de las no conformidades externas.....	117
Figura 86: Histórico de las no conformidades internas	118
Figura 87: Histórico del índice de frecuencia anual.....	119
Figura 88: Histórico del índice de gravedad anual.....	119
Figura 89: Histórico del índice de accidentabilidad	119



ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ACR:	Análisis de causa raíz
AR:	Análisis de restricciones
BIM:	Building Information Modeling
CAMP:	Certificate Associate in Project Management
CB:	Carta balance
CPI:	Cost performance index
CPLCI:	Capitulo Peruano de Lean Construction Institute
CPM:	Critical path method
Dr:	Doctor
G-050:	Norma peruana sobre seguridad durante la construcción
GTG:	Go to gemba
IA:	Índice de accidentabilidad
IFa:	Índice de frecuencia anual
IFm:	Índice de frecuencia mensual
IGa:	Índice de gravedad anual
IGLC:	International Group for Lean Construction
IGm:	Índice de gravedad mensual
Ing:	Ingeniero
IPD:	Integrated Project Delivery
K:	Constante para cálculo de los índices IG e IF
LAP:	Look Ahead Planning
LCI:	Lean Construction Institute
LPS:	Last Planner System
MIT:	Massachusetts Institute of Technology
NC:	No conformidad
NCE:	No conformidad externa
NCI:	No conformidad interna
NGA:	Nivel general de actividad
PD:	Plan diario
PDCA:	Plan, Do, Check & Action
PERT:	Program evaluation and review technique



PF:	Plan de fases
PhD:	Philosophy doctor
PM:	Plan maestro
PMBOK:	Project Management Body of Knowledge
PMI:	Project Management Institute
PMP:	Project Management Professional
PPC:	Porcentaje del plan cumplido
PS:	Plan semanal
RD:	Reunión diaria
RFI:	Request for information
RNC:	Razones de no cumplimiento
RNE:	Reglamento nacional de edificaciones
RSP:	Reunión semanal de producción
SCTR:	Seguro complementario de trabajo de riesgo
SPI:	Schedule performance index
SSOMA:	Seguridad, salud ocupacional y medio ambiente
TC:	Trabajo contributivo
TNC	Trabajo no contributivo
TP:	Trabajo productivo
VSM:	Value stream map



GLOSARIO DE TÉRMINOS

ACCIDENTE: Es un incidente que ha generado un daño a la salud, a los materiales, a los equipos o al medio ambiente.

BIM: Es una metodología de trabajo colaborativa y recurrente que utiliza elementos visuales en 3D para realizar una adecuada gestión de información de todo el ciclo de vida de un proyecto.

BUFFERS: Son las estrategias de contingencia que se aplican para evitar tener pérdidas en las horas hombre y los materiales cuando alguna actividad planificada no puede ejecutarse.

CAMP: Certificate Associate in Project Management es una certificación técnica del PMI que se traduce como Asociado certificado en dirección de proyectos.

CAN: Es la segunda conversación crucial del sistema del último planificador y se traduce como: “se puede”.

CARTA BALANCE: Es una herramienta de la filosofía Lean que mide las actividades de un proceso constructivo en específico y las categoriza en los tres tipos de trabajos: TP, TC y TNC.

CHECK LIST: Es una herramienta de calidad, en la cual mediante una lista de aspectos a verificar se comprueba si un producto o proceso cumple con todos sus requerimientos.

CLIENTE: Son aquellas personas u organizaciones que pagan por el producto o los servicios brindados. Ejemplo de clientes son: la inmobiliaria, una universidad, un municipio, un ministerio, una persona natural, una empresa, entre otros.

CONCURSO OFERTA: Es una modalidad de contratación en la cual un contratista debe ejecutar el diseño y la construcción de un proyecto.

CONSORCIO: Es una agrupación temporal de empresas cuya finalidad es sumar recursos, profesionales y experiencia con el objetivo de poder licitar a proyectos de gran envergadura con entes estatales y/o entes privados.

CPI: Cost performance index es un indicador del método del valor ganado y se traduce como indicador del desempeño del costo.

CPLCI: Capitulo Peruano de Lean Construction Institute es una institución sin fines de lucro dedicada a la difusión e implementación de Lean Construction en el país.

CPM: El critical path method se traduce como método de la ruta crítica, es un método que se utiliza para calcular la duración de un proyecto de forma determinística.

CURVA S: Es una curva en la cual se puede contrastar el avance planificado con el avance ejecutado de forma acumulada. Se llama “S” por la forma que presenta al graficarla.

DESMEDRO: Sinónimo de deterioro y desmejora. Es hacer perder el lustre y la perfección.

DESPERDICIO: Son todas aquellas actividades que consumen tiempo y recursos pero que no agregan valor para el cliente. Sinónimo de pérdidas.

DID: Es la cuarta conversación crucial del sistema del último planificador y se traduce como: “se hizo”.

EMPRESA CONSTRUCTORA: Es aquella entidad integrada por elementos humanos, materiales y de equipos que tiene el objetivo de generar utilidad a través de la ejecución de obras.



FLUJOS: Son las actividades que se encuentran entre los procesos de transformación y que permiten que dichos procesos se ejecuten.

GO TO GEMBA: Es una herramienta de la filosofía Lean que permite identificar los ocho tipos de desperdicios en obra, mediante un recorrido a la zona de trabajo.

HERRAMIENTA: Es un instrumento físico o digital que sirve para facilitar la ejecución de una tarea.

IGLC: International Group for Lean Construction es una institución sin fines de lucro dedicada a la generación y discusión del conocimiento Lean.

INCIDENTE: Es un suceso relacionado al trabajo que podría haber generado un daño a la salud, a los materiales, a los equipos o al medio ambiente sin considerar la gravedad del daño.

ÍNDICE DE ACCIDENTABILIDAD: Es un índice de seguridad indicado en la norma peruana G-050, que relaciona el índice de gravedad con el índice de frecuencia.

ÍNDICE DE FRECUENCIA ANUAL: Es un índice de seguridad indicado en la norma peruana G-050, que relaciona la cantidad de accidentes con tiempo perdido entre las horas trabajadas en un año.

ÍNDICE DE FRECUENCIA MENSUAL: Es un índice de seguridad indicado en la norma peruana G-050, que relaciona la cantidad de accidentes con tiempo perdido entre las horas trabajadas en un mes.

ÍNDICE DE GRAVEDAD ANUAL: Es un índice de seguridad indicado en la norma peruana G-050, que relaciona la cantidad de días perdidos por accidentes entre las horas trabajadas en un año.

ÍNDICE DE GRAVEDAD MENSUAL: Es un índice de seguridad indicado en la norma peruana G-050, que relaciona la cantidad de días perdidos por accidentes entre las horas trabajadas en un mes.

IPD: El Integrated Project Delivery se traduce como entrega integrada de proyectos y hace referencia a un marco de trabajo donde el diseñador, constructor y proveedores trabajan de forma conjunta desde el inicio del proyecto hasta el final.

LAST PLANNER: Se traduce como último planificador y es aquella persona última en el organigrama con poder para cambiar el orden de prioridad de las tareas a ejecutar.

LAYOUT: Es un croquis del proyecto en el cual se resalta una serie de elementos acorde a un diseño o plan.

LCI: Lean Construction Institute es una institución sin fines de lucro dedicada a la difusión e implementación de Lean Construction en el mundo.

LEAN: Es una filosofía de trabajo que busca agregar valor al cliente y disminuir desperdicios en todos los procesos de un proyecto a través de la mejora continua.

LEARN: Es la quinta conversación crucial del sistema del último planificador y se traduce como: "aprender".

LIBERACIONES: Es la revisión que el área de calidad, ya sea del contratista o de la supervisión, realiza con el fin de asegurar que los trabajos de obra se hayan ejecutado de forma correcta.

LPS: Last Planner System es la técnica Lean más difundida, se traduce como sistema del último planificador.

METRADO: Es la cuantificación de la cantidad de trabajo para cada partida del proyecto a través de una medida estándar.



MIT: El Massachusetts Institute of Technology, es una universidad americana especializada en ingeniería e investigación.

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD: Es la distribución del tiempo de obra en los tres tipos de trabajo: trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC).

NO CONFORMIDAD EXTERNA: Una no conformidad externa es una notificación que emite la supervisión de obra cuando identifica que un trabajo no se ha ejecutado de forma correcta.

NO CONFORMIDAD INTERNA: Una no conformidad interna es una notificación que emite el área de calidad del contratista cuando detecta que un trabajo no se ha ejecutado según sus estándares.

NO CONFORMIDAD: Una no conformidad es una notificación que se emite cuando se ejecuta un trabajo en obra que no cumple con los requisitos de calidad.

OBRA: Es el lugar físico donde se ejecuta un proyecto de construcción.

PDCA: También llamado ciclo de Deming, es un ciclo estructurado de cuatro pasos y cuyo objetivo es mejorar los procesos. Su nombre obedece a las siglas en ingles plan (planear), do (hacer), check (verificar) y act (actuar).

PERT: El program evaluation and review technique se traduce como técnicas de revisión y Evaluación de programas, es un método para calcular la duración de un proyecto de forma probabilística.

PMBOK: El Project Management Body of Knowledge es un libro que contiene el estándar y las buenas prácticas en la gestión de proyectos recopiladas por el PMI.

PMI: El Project Management Institute, es una organización sin fines de lucro dedicada a difundir las buenas prácticas en la gestión de proyectos a lo largo del mundo.

PMP: Project Management Professional es una certificación profesional del PMI que se traduce como profesional en la dirección de proyectos.

PREVISIBILIDAD: Es el grado de seguridad que tiene el cliente respecto a que el producto o servicio que solicitó, costará lo pactado, terminará en el tiempo solicitado y tendrá la calidad estipulada en el contrato.

PROCESO: Es el conjunto de actividades de transformación; que poseen entradas y salidas; y que convierten los recursos en producto intermedio o en producto final. En construcción son llamados procesos constructivos.

PRODUCTIVIDAD: Es un indicador que permite conocer el grado de eficiencia con el que se está utilizando los recursos para elaborar los productos finales. Puede medirse de forma específica para cada partida o de forma general para toda la obra.

RETRABAJO: Es una actividad que se realiza para mejorar un trabajo que se realizó mal la primera vez que se ejecutó.

RFI: El request for information se traduce como requerimiento de información y son las consultas que el staff de obra realiza al proyectista cuando hay una incompatibilidad u omisión en los planos.

SCRUM: Es un marco de trabajo ágil para la gestión de proyectos.

SCTR: El seguro complementario de trabajo de riesgo, es un seguro obligatorio en construcción que cubre a los trabajadores ante accidentes de alto riesgo y ante enfermedades ocupacionales.



SHOULD: Es la primera conversación crucial del sistema del último planificador y se traduce como: “se debe”.

SPI: Schedule performance index es un indicador del método del valor ganado y se traduce como indicador de desempeño del cronograma.

SUMA ALZADA: Es un sistema de contratación en la cual un contratista debe ejecutar todo lo que se indica en los planos y especificaciones técnicas sin que se pueda exigir o exigirle una variación en los metros inicialmente contratados.

TÉCNICA: Es el conjunto de pasos y reglas que se llevan a cabo para lograr un resultado determinado.

TRABAJO CONTRIBUTIVO: Es aquel trabajo que ayuda a que se pueda generar el trabajo productivo; por ejemplo, el acarreo de ladrillo.

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO: Es aquel trabajo que consume tiempo y recursos pero que no agrega valor; por ejemplo, la demolición de un muro de albañilería no aplomado.

TRABAJO PRODUCTIVO: Es aquel trabajo que aporta valor directamente a la obra; por ejemplo, el asentado de ladrillo.

USUARIO: Son aquellas personas u organizaciones que utilizarán el producto o los servicios brindados. Ejemplo: los inquilinos, los propietarios de los departamentos, los estudiantes universitarios, los ciudadanos, las familias, entre otros.

VALOR GANADO: Es un método de la gestión de proyectos que permite visualizar el estado del cronograma y del presupuesto a través de tres curvas.

VALOR: Es el conjunto de actividades que el cliente percibe como útil y por las cuales solicitó el servicio.

VALUE STREAM MAP: Es una herramienta de la filosofía Lean que busca mostrar todos los pasos de un proceso a fin de mejorar dicho proceso.

VARIABILIDAD: Son todos aquellos acontecimientos imprevistos que impiden que las actividades planificadas en un determinado periodo de tiempo se cumplan en su totalidad.

WILL: Es la tercera conversación crucial del sistema del último planificador y se traduce como: “se hará”.



CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

La Ingeniería Civil, a lo largo de los años, se ha desarrollado en sus líneas de estructuras, geotecnia, transportes e hidráulica. No obstante, la línea de gestión en la construcción no tenía tanta relevancia. Este descuido ha generado los problemas que tanto han aquejado a la industria como por ejemplo la entrega de proyectos a destiempo, el descontento por parte de los clientes y el desconocimiento del costo final de las obras. En resumen, una falta de previsibilidad de los proyectos de construcción. En la actualidad la línea de gestión de la construcción está adquiriendo mayor importancia. Se espera que con un mejor gerenciamiento de las obras, los problemas anteriormente citados se resuelvan.

Schwab (2015) señaló en el Foro Económico Mundial que los países de Latinoamérica necesitan tener una mayor productividad para enfrentar la desaceleración del crecimiento mundial. En tal sentido se revela que el Perú como el resto de países de la región se enfrentan a un gran reto: aumentar su productividad con el objetivo de crecer con un mayor dinamismo y así poder alcanzar el desarrollo (Aurys Consulting, 2014). Se evidencia también la importancia de que las constructoras peruanas sean más productivas a fin de mantenerse en el mercado, asegurar empleos y trasladar beneficio a la sociedad en su conjunto. En este contexto, la implementación de nuevas técnicas y enfoques de trabajo para la construcción se hace vital.

Las características de la construcción son: tener una curva de aprendizaje limitada; vulnerabilidad antes las variaciones climáticas; ajustados plazos de entrega; poseer negativos incentivos en el esquema de contratación y transferencia del riesgo; no brindar programas de capacitación; trabajar en base a la experiencia; presencia de relaciones antagónicas entre los diseñadores y constructores; una deficiente planificación; y una carente investigación. (Serpell, 2002)

La industria de la construcción también es retratada como conservadora, reacia al cambio y lenta en adoptar las nuevas tecnologías. Los problemas típicos del enfoque tradicional son: la escasa formación en los nuevos sistemas de gestión y planificación de obra; ineficiente control de la calidad en base a métodos estadísticos; insuficiente rigurosidad en el cumplimiento de las medidas de seguridad; errores y omisiones en el diseño de los proyectos; poco interés en la formación de los trabajadores; falta de transparencia y comunicación entre las partes interesadas; y baja productividad a comparación de las otras industrias. Las principales consecuencias de todo ello son: la entrega de proyectos fuera del plazo solicitado; sobrecostos; reclamaciones por errores de calidad; elevada cantidad de accidentes de trabajo; e incertidumbre y variabilidad con respecto a las condiciones iniciales del contrato.

La necesidad de medir el desempeño de la construcción se hace evidente al observar la situación de la industria y al revisar los diferentes estudios e informes realizados en los últimos años.

Según J. Pons (2014) un estudio sobre la productividad todas las industrias no agrícolas de EEUU realizado por el departamento americano de comercio reveló que en los anteriores 39 años el índice de productividad de la industria de la construcción descendió casi en 25%. Por otro lado, el resto de industrias incrementó su índice de productividad en casi un 200%. Otro estudio del año 2004 del Lean Construction Institute reveló que el 57% del tiempo, el esfuerzo y el material invertido en los proyectos de construcción no añaden valor al producto final. En cambio, en las fábricas el porcentaje que no añade valor es tan solo el 26%.



El reporte del grupo de trabajo para la construcción del Reino Unido, liderado por sir Jonh Egan, realiza un comparativo del desempeño de la construcción en contraste con las otras industrias. Las otras industrias están aplicando nuevas filosofías de trabajo y técnicas más sofisticadas para la producción. En el estudio se evidencia que en la construcción hay una necesidad de disminuir los tiempos y costos; la necesidad de modernizarse y la necesidad de mejorar el desempeño de la misma. El reporte muestra que el 30% del tiempo en obra se invierte en retrabajos y solo el 40% de la mano de obra es utilizada para el producto final. Sr. Jonh propone como metas anuales para el sector de la construcción de su país: disminuir el 10% del costo, disminuir el 10% del plazo de ejecución, aumentar la previsibilidad en 20%, disminuir en 20% los errores de calidad, disminuir en 20% los accidentes laborales, aumentar en 10% la productibilidad y aumentar en 10% la utilidad. También menciona que la construcción tiene dos opciones ante las nuevas formas de trabajos que están adquiriendo las demás industrias: ignorar todo con la creencia de que la construcción es única; o realizar una reconstrucción del sector y aprender cuanto más sea posible de las otras industrias. Finalmente, en el reporte se afirma que es necesario realizar implementaciones de los nuevos enfoques de trabajo en proyectos de demostración que validen las mejoras que estos pueden traer a la industria. (Egan, 1998)

Por otro lado, según un informe publicado en el 2010 por diversas organizaciones que representan a promotores, arquitectos, constructores, administración pública y enseñanza universitaria de Estados Unidos, indican que la industria de la construcción (que durante más de un siglo no había sufrido cambios sustanciales) actualmente está apuntando hacia un futuro significativamente diferente. Nuevas herramientas, metodologías y cargos están provocando cambios en la cultura empresarial de la construcción.

La construcción es una industria que, a diferencia de las otras, se ve afectada por mucha incertidumbre. La incertidumbre son todos los hechos no previstos que afectan la ejecución de obra. Ejemplo de ello son: una lluvia, fenómenos naturales, elementos ocultos bajo tierra, una huelga, el tráfico vehicular, la llegada tardía de materiales, la presión de sindicatos, los cambios en el diseño, los conflictos socio-ambientales, etcétera. A esta constante incertidumbre se le conoce como variabilidad. Manejar la variabilidad es importante porque impacta directamente en el desempeño de la construcción. Realizar un mejor control de la producción ayuda a disminuir la variabilidad y por consiguiente mejorar el desempeño.

En este contexto aparece Lean Construction, filosofía de mejora continua que permite controlar la producción durante toda la vida del proyecto. En la filosofía Lean Construction existen principios, conceptos, metodologías y herramientas que nos permiten mejorar el desempeño de la construcción y en esencia resolver los males que en el sistema tradicional no se han podido resolver. Una de sus metodologías más reconocidas para disminuir la variabilidad y hacer un mejor control de la producción es el sistema del último planificador o en inglés Last Planner System (LPS).

La implementación de Lean Construction se ha difundido en mayor medida en EEUU a partir del año 2007. Donde una variedad de estudios realizados hasta la fecha reveló que las empresas que ya aplican la filosofía han conseguido una reducción de sus costos, un aumento de la productividad, mayor cumplimiento en la entrega de proyectos a tiempo, una mejora de la calidad, un aumento en la seguridad de obra y un mayor grado de satisfacción de sus clientes. (Pons, 2014)

Lean Construction comenzó en el Perú con el trabajo pionero del profesor Virgilio Ghio. El cual realizó en 1999 un estudio a 50 obras de Lima, en el cual se concluyó que en el Perú el tiempo productivo era muy bajo y había un alto potencial para la mejora. Luego en el año 2006 los tesisistas Morales y Galeas actualizan los valores de productividad promedio al hacer un estudio a 26 obras de edificación en Lima. Demostrando que en los últimos años hubo una mejora en la productividad.



En el Perú se tiene varios casos registrados en investigaciones de implementaciones del Last Planner System y del Lean Construction. En Lima ha habido implementaciones en edificaciones residenciales, oficinas y habilitaciones urbanas. En Trujillo, en edificaciones y habilitaciones urbanas. En Cajamarca, en proyectos de carretera. En Junín, en proyectos mineros. En Apurímac, en viviendas masivas. Y en Arequipa, en proyectos mineros, industriales, colegios y puentes. Esta investigación aporta realizando una implementación Lean en una obra de infraestructura aérea.

En esta investigación se trabajará con un proyecto de infraestructura aérea ejecutado en el año 2017 en el distrito de La Joya, de la región Arequipa en el Perú. Se espera que al aplicar el nuevo enfoque en el control de la producción, el desempeño de la construcción y sus indicadores mejoren.

1.2. ANTECEDENTES

Los antecedentes se han dividido en dos partes: los que aportan a tener una línea base sobre el nivel de productividad general de los proyectos en el Perú y los que aportan a los otros diferentes aspectos de la presente investigación.

Aportes a la línea base del nivel general de productividad en los proyectos del Perú:

En el año 1999 se realizó el primer estudio de productividad en el Perú. El estudio conducido por Flores, Salizar y Torre fue asesorado por el Dr. Virgilio Ghio. En dicho año se analizaron 50 obras en Lima, principalmente en el área de edificación. En este estudio se concluyó que en el Perú el tiempo de obra promedio se distribuía de la siguiente manera: 28% de TP, 36% de TC y 36% de TNC. El doctor Virgilio en su libro “Productividad en obras de construcción – diagnóstico, crítica y propuesta” resume los resultados del estudio, el procedimiento llevado a cabo para medir la productividad general, la herramienta utilizada y los tres tipos de trabajo en los que se invierte el tiempo de obra. El estudio demuestra que los niveles de productividad en obras de edificación son muy bajos, tan solo 28% de TP. De este estudio se extrajo, para la presente investigación, la herramienta muestreo de trabajo; herramienta de medición estadística de la productividad general de obra. (Ghio, 2001)

En el año 2006, los tesisistas Morales y Galeas realizaron un estudio de productividad a 26 obras de edificación en Lima. En este estudio se concluyó que el tiempo de obra promedio se distribuía de la siguiente forma: 32% de TP, 43% de TC y 25% de TNC. De esta manera, se actualizaron los valores de productividad promedio. Estos valores se utilizarán como línea base para la discusión de resultados en la presente investigación. (Morales & Galeas, 2006)

Aportes a los diferentes aspectos de la presente investigación:

En el año 2012, Daniel Miranda, en su investigación sobre la implementación de Last Planner System en habilitaciones urbanas, evidencia que para una correcta implementación se requiere el compromiso de todos los involucrados desde la alta gerencia hasta los capataces. También recomienda incluir cláusulas Lean en los contratos, como estrategia para que los subcontratistas participen en la implementación, pues por lo general, estos consideran a las reuniones y procedimientos Lean como actividades y responsabilidades “extras”. Con este estudio se difunde una buena práctica para comprometer a la alta gerencia en la implementación Lean antes de que la obra sea ejecutada. (Miranda, 2012)

En el año 2013, José María Díaz, realizó una investigación de aplicabilidad de Lean Construction en un proyecto de estacionamientos y aulas en Arequipa. Concluyó que sí es factible aplicar Lean en la realidad de la región a través de un cambio cultural, un programa de capacitaciones, innovación



constante y un liderazgo Lean. También concluye que la implementación de la filosofía Lean Construction no es costosa y que en el proyecto piloto de su implementación se obtuvo una disminución de pérdidas de 12.9%. La visión del cambio cultural, se utilizó en la presente investigación y dio origen al programa de capacitaciones y al manual. (Díaz, 2013)

En el año 2014, Abner Guzmán, realiza una investigación de aplicación de la filosofía Lean Construction a una obra de edificación en Barranco, Lima. En esta investigación se concluye que la sectorización y los trenes de actividades aportan significativamente a la curva de aprendizaje de las cuadrillas; explica algunas herramientas; y evidencia la necesidad de tener estandarizadas las actividades de edificación para que las mediciones de productividad general sean comparables. Con este estudio se evidencia que la sectorización y el tren de actividades mejoran significativamente la curva de aprendizaje y la productividad. (Guzmán, 2014)

En ese mismo año 2014, Jorge Huarcaya, realiza una investigación bibliográfica de la aplicación de la filosofía Lean Construction. En esta investigación se concluye que es indispensable tener equipos multidisciplinarios en la obra; que no solo hay que innovar en los procesos constructivos sino también en las metodologías que se aplican en la gestión de proyectos; que el factor humano es indispensable en la mejora de la productividad; y que hay que utilizar las técnicas y herramientas en la justa medida para no desviarse del objetivo principal. Con este enfoque humano, de innovación y sobriedad en el uso de las técnicas y herramientas Lean se trabajará la presente investigación. (Huarcaya, 2014)

En el año 2016, Shirley Corilla, realizó una investigación de implementación pull planning en la etapa de acabados de un proyecto de oficinas en Lima. En esta investigación se muestra un ejemplo de aplicación del pull planning, dificultades enfrentadas en la implementación, formatos para algunas herramientas Lean y una recopilación de criterios para evaluar el grado de implementación de Lean Construction. Se concluye que la obra estudiada pasa de un grado de implementación de 0% a 23% en la etapa incipiente para cerrar con un 57% en la etapa final de la implementación. Estos criterios de evaluación fueron utilizados como marco referencial para las auditorías del grado de implementación en la presente investigación. (Corilla, 2016)

En el año 2016, Natalia Sihuay, realizó una propuesta de nueva categorización de trabajo productivo para la división de los tres tipos de trabajo, en base a unos estudios que realizó en obras de edificación en Lima. Muestra la relación que debería existir entre la productividad y la seguridad de obra. Brinda una propuesta de implementación Lean para obras de edificaciones y propone unos formatos para algunas herramientas Lean. También ofrece una lista de actividades de edificación para la clasificación de los trabajos en los tres tipos: productivo, contributorio y no contributorio. El antecedente contribuye así con un listado de actividades para edificaciones, de tal forma que los resultados de nivel general de actividad de las investigaciones puedan hacerse comparables. En la presente investigación este listado se actualizará y ampliará para los demás tipos de proyectos. (Sihuay, 2016)



1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 PROBLEMA GENERAL

¿Se mejorará el desempeño de la construcción cuando se implementa Lean Construction en el control de la producción, en una obra de infraestructura aérea en Arequipa, Perú, en el año 2017?

1.3.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ✓ ¿Al implementar Lean Construction en el control de la producción se mejoran los indicadores de gestión de obra?
- ✓ ¿Al implementar Lean Construction en el control de la producción se mejoran los indicadores de producción?
- ✓ ¿Al implementar Lean Construction en el control de la producción se mejoran los indicadores de calidad?
- ✓ ¿Al implementar Lean Construction en el control de la producción se mejoran los indicadores de seguridad?

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se justifica y toma relevancia por las siguientes razones.

JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La presente investigación, en base a la premisa de que Lean Construction se puede aplicar a todo tipo de proyecto, validará si es o no es posible aplicarlo a un proyecto de infraestructura aérea. También se identificará los beneficios de implementar Lean Construction de forma cuantitativa en una obra de esta naturaleza.

JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Se presentará una propuesta metodológica para que empresas constructoras con obras similares puedan realizar su propia implementación Lean. Además, se complementará el método del muestreo de trabajo actualizando y enriqueciendo el listado de actividades categorizadas iniciado por Sihuy (2016). Lo cual volverá comparables los resultados de productividad obtenidos al aplicar este método a las diferentes obras.

JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Con la aplicación de Lean Construction a la obra en estudio, se resolverá el problema de falta de planificación en los proyectos de esta naturaleza. Problema que ha impactado durante mucho tiempo a toda la industria. Así como también se mejorará los resultados de costos, seguridad, calidad y el tiempo de ejecución. Tal como indica el reporte de la construcción de Sir Egan (1998), donde se evidencia la necesidad de aplicar los nuevos enfoques de trabajo en proyectos que sirvan de ejemplo y que verifiquen los beneficios que estos pueden traer a la industria de la construcción. En este sentido los resultados de la investigación harán que sea más atractivo para las empresas implementar Lean en sus obras.



JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Los países latinoamericanos necesitan aumentar su productividad, tal como señaló Schwab (2015) en el foro económico mundial de ese año. Aplicar Lean hará a las empresas constructoras peruanas más competitivas. Al ganar más obras y generar más empleos, el bienestar se trasladará a la población y a la sociedad en su conjunto. Las empresas peruanas serán competitivas en el mercado extranjero y se acercarán más a convertirse en empresas de categoría mundial.

Finalmente, la investigación también se justifica porque estudiantes e ingenieros nuevos en implementaciones Lean tendrán un ejemplo desarrollado en una obra de infraestructura aérea como referencia. Esto aportará a la difusión del conocimiento.

1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La primera limitación es la económica. Esto porque el tiempo de investigación, los viáticos y los viajes a la obra suman un valor monetario elevado. Para superar esta limitación se realizará un convenio con la empresa constructora. Dicha empresa asumirá los costos que implique la realización de la investigación.

La segunda limitación es que la obra de infraestructura aérea, por ser una obra de gran envergadura, está siendo ejecutada por un consorcio de dos empresas. Cada empresa se encarga de ejecutar un sector de la obra. La obra tiene dos sectores: el sector administrativo y el sector de mantenimiento. Cada empresa tiene una cultura organizacional y una realidad particular. Si se implementará a las dos el alcance de la investigación no estaría correctamente delimitado. Por lo cual para superar esta limitación solo se realizará la implementación en el sector de mantenimiento con una sola empresa. Aclarar que las empresas están en constante comunicación a través del consorcio y que de alguna u otra manera la implementación en una también influye en la otra. Sin embargo, el centro de estudio será el sector de mantenimiento, sector en el que hay un mayor número de elementos estructurales de diferentes naturalezas.



1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. OBJETIVO GENERAL

Comprobar si el desempeño de la construcción mejora cuando se implementa Lean Construction en el control de la producción, en una obra de infraestructura aérea en Arequipa, Perú, en el año 2017.

1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar y medir el estado de los indicadores del desempeño de la construcción, antes de la implementación Lean Construction.
- ✓ Realizar las capacitaciones y sensibilización respecto al nuevo sistema de producción Lean al staff de obra.
- ✓ Realizar la implementación del Lean Construction y del Last Planner System en la obra.
- ✓ Realizar la implementación de las herramientas Lean.
- ✓ Medir los indicadores del desempeño de la construcción después de la implementación.
- ✓ Comparar los resultados de los indicadores del desempeño de la construcción.

1.7. INDICADORES DE LOGRO

Se tendrá un indicador de logro para cada objetivo específico.

Tabla 1: Indicadores de logro

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	INDICADORES DE LOGRO
Identificar y medir el estado de los indicadores del desempeño de la construcción, antes de la implementación Lean Construction.	Registro de resultados de mediciones previas a la implementación.
Realizar las capacitaciones y sensibilización respecto al nuevo sistema de producción Lean al staff de obra.	Registro de capacitaciones y talleres.
Realizar la implementación del Lean Construction y del Last Planner System en la obra.	Plan de trabajo que incluya el plan maestro, sectorización y tren de actividades.
Realizar la implementación de las herramientas Lean.	Resultados del VSM, CB y GTG.
Medir los indicadores del desempeño de la construcción después de la implementación.	Registro de resultados de mediciones después a la implementación.
Comparar los resultados de los indicadores del desempeño de la construcción.	Cuadro comparativo de resultados



CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. LEAN THINKING

2.1.1. ORIGEN

El Lean Thinking o pensamiento Lean nació en la industria automotriz, exactamente en la empresa Toyota (en Japón) y fue difundido a todo el mundo por los intelectuales del Instituto tecnológico de Massachusetts (MIT).

Durante la crisis del petróleo de 1973, muchas economías del mundo sufrieron una importante recesión, que afectó a gobiernos, negocios y en general a toda la sociedad. Incluso en Japón se sufrió los estragos. Sin embargo, esto no ocurrió con la empresa Toyota; que, si bien había sufrido una disminución en sus ventas, pudo mantener márgenes de utilidad muy superiores a los de su competencia.

Esto llamo el interés de los intelectuales del MIT, quienes una década más tarde realizaron estudios en la empresa y recolectaron todas las buenas prácticas y principios del sistema productivo Toyota. Los resultados del estudio concluyeron que las empresas japonesas habían diseñado un sistema de producción autóctono, más productivo, de mayor calidad y más rentable que sus homólogos en el resto del mundo.

Tabla 2: Diferencia en 1986 entre una planta de montaje de EEUU y Japón

NOMBRE DE LA EMPRESA	GENERAL MOTORS	TOYOTA
PAÍS	EEUU	JAPÓN
NOMBRE DE LA PLANTA	FRAMIGHAM	TAKAOKA
HORAS DE MONTAJE BRUTO POR COCHE	40.7	18.0
HORAS DE MONTAJE AJUSTADO POR COCHE	31	16
DEFECTOS DE MONTAJE CADA 100 COCHES	130	45
ESPACIO DE MONTAJE POR COCHE	8.1	4.8
EXISTENCIA DE INVENTARIO (PROMEDIO)	2 semanas	2 horas

Fuente: Womack, Jones y Ross (1991)

2.1.2. DEFINICIÓN

El Lean Thinking es el enfoque filosófico de trabajo que mide de forma continua las operaciones y resultados, a fin de eliminar los desperdicios y potenciar las acciones que agreguen valor al cliente.

2.1.3. CINCO PRINCIPIOS DEL PENSAMIENTO LEAN

El pensamiento Lean tiene cinco principios básicos que fueron definidos por Womack y Jones. Los cuales son: la definición de valor desde la perspectiva del cliente; el mapeo de la cadena de valor para identificar cuáles son las actividades realmente necesarias; hacer que fluyan las actividades que crean el valor (flujo); el sistema pull para tener los recursos en la cantidad adecuada, cuando se necesiten y en donde se necesiten; y la búsqueda constante de la perfección a través de la mejora continua.



VALOR

En Lean se define como valor a todo aquello que el cliente percibe como útil y por lo cual está dispuesto a pagar. Es decir, qué es lo que quiere el cliente, cuál es su necesidad. Esto debe analizarse desde la perspectiva del cliente.

La definición de valor es el punto de partida del pensamiento Lean. A partir de ello es posible diseñar de forma óptima el producto y los procesos.

Existen dos tipos de clientes: uno externo y otro interno. El externo es el cliente final, aquel que va a utilizar el producto brindado y que por lo general es el que paga por el mismo. Si la persona o entidad que va a utilizar el producto final es diferente a la persona que contrato el servicio de elaboración del producto la nomenclatura cambia. Al que utiliza el producto se le llama usuario, y al que paga por el servicio se le llama cliente. En este caso se define el valor desde la perspectiva de ambos.

Por otro lado, los clientes internos son todos los involucrados que participan en los procesos de la cadena que genera el valor. Cada involucrado de la cadena recibe una información o un producto intermedio y entrega al proceso posterior una información o producto intermedio. Se crea entonces una relación cliente-proveedor. A quien “entrega” se le llama proveedor y al que “recibe” se le llama cliente, en este caso: cliente interno. Es importante, también, identificar las necesidades del cliente interno para que los procesos de la cadena no tengan interrupciones de ningún tipo.

CADENA DE VALOR

La cadena de valor es aquella secuencia de actividades que el cliente percibe como útil para la generación del valor, y que por lo general son una pequeña fracción de todas las actividades que se realizan en una empresa. La cadena va desde la solicitud del producto/servicio hasta la finalización del mismo; es decir, desde los proveedores hasta el cliente final.

De todas las actividades que una empresa realiza, solo una parte de ellas agrega valor y otras no. Es vital identificar cuáles son las actividades que no agregan valor para eliminarlas o al menos para disminuir el tiempo que se invierte en ellas. A las actividades que no agregan valor se les llama desperdicio.

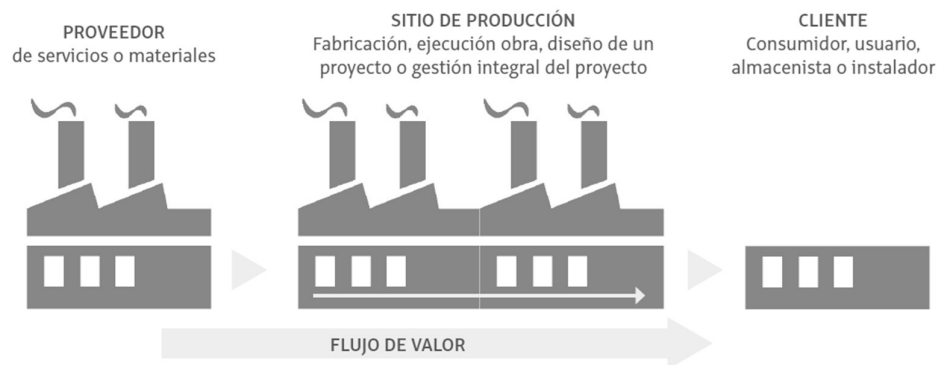


Figura 1: Representación de la cadena de valor según la filosofía Lean. Pons (2014)



Para el siguiente principio (flujo), es imprescindible definir donde inicia y donde termina la cadena de valor. Para identificar la cadena de valor de un proceso, al momento de realizar el análisis, es recomendable invitar a todos los involucrados que participan en dicho proceso.

Hay que enfocarse en la cadena de valor porque es allí donde se genera la utilidad para la empresa. Tener la cadena de valor bien definida facilita al equipo la identificación de desperdicios. Hay que tener en cuenta que existen ocho tipos de desperdicios en cualquier proceso, independientemente de la naturaleza de la industria, y que el objetivo después de identificar los desperdicios es eliminarlo.

FLUJO

Es vital asegurar que las actividades creadoras de valor dentro de la cadena de valor se ejecuten de forma continua, a esto se le llama flujo. El flujo puede detenerse por falta de un recurso, falta de información, algún error de calidad, por no cumplir un requisito de reglamentación, etcétera. En el pensamiento Lean, el equipo de trabajo realiza las acciones necesarias con la anticipación debida a fin de evitar a toda costa que el flujo de valor se interrumpa.

Eliminar el desperdicio es una forma de asegurar que el flujo en la cadena de valor no pare.

SISTEMA PULL

Se traduce como sistema jalar, consiste en hacer que las actividades aguas abajo den la señal de sus necesidades a las actividades aguas arriba dentro de la cadena de valor. Por lo general esto se realiza mediante tarjetas Kanban. Estas tarjetas contienen información sobre qué elemento o material se necesita, en qué cantidad, cuándo y dónde se necesita. Es decir, que el proceso proveedor aguas arriba no produce nada hasta que el proceso cliente aguas abajo lo requiera. Es el cliente (interno o externo) quien tira de la demanda y no el proveedor quién empuja los productos hacia el cliente.

El sistema Pull se empeña en eliminar el exceso de inventario y la sobreproducción. Este sistema es el opuesto al sistema de producción tradicional o Push. El sistema Push se traduce como sistema empujar y se basa en la generación de grandes lotes de artículos producidos a gran escala y a la máxima velocidad posible. En este sistema se produce según una demanda estimada, moviendo o empujando los artículos hacia el siguiente proceso aguas abajo o bien hacia el almacén de productos terminados. Todo esto sin tener en cuenta la demanda real del cliente.

PERFECCIÓN

La perfección es aquella cadena de valor que solo tiene actividades que agreguen valor y no tiene ningún tipo de desperdicio. En el pensamiento Lean, hay una búsqueda constante de la perfección, a pesar de saber que no es posible alcanzarla como tal. Para direccionar todas las acciones hacia la búsqueda de la perfección es importante implementar técnicas como el ciclo de Deming (plan-do-check-action, PDCA), la estandarización de procesos y el pensamiento en la mejora continua.



2.1.4. DIFUSIÓN

El término para definir el conjunto de técnicas de producción japonesas creadas por la empresa Toyota Motors fue el de Lean Production, tanto en su aspecto académico como en su aspecto empresarial. Término que fue acuñado por John Krafcik y fue difundido a raíz de la publicación de los libros: “La máquina que cambió el mundo” de James P. Womack, Daniel T. Jones y Daniel Roos; y del “Lean Thinking - cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los desperdicios y crear valor en la empresa” de J. Womack y D. Jones. Por otro lado, la publicación del libro “Las claves del éxito Toyota” de Jeffrey K. Liker (2006) también contribuyó a la difusión de este sistema. (Pons, 2014)

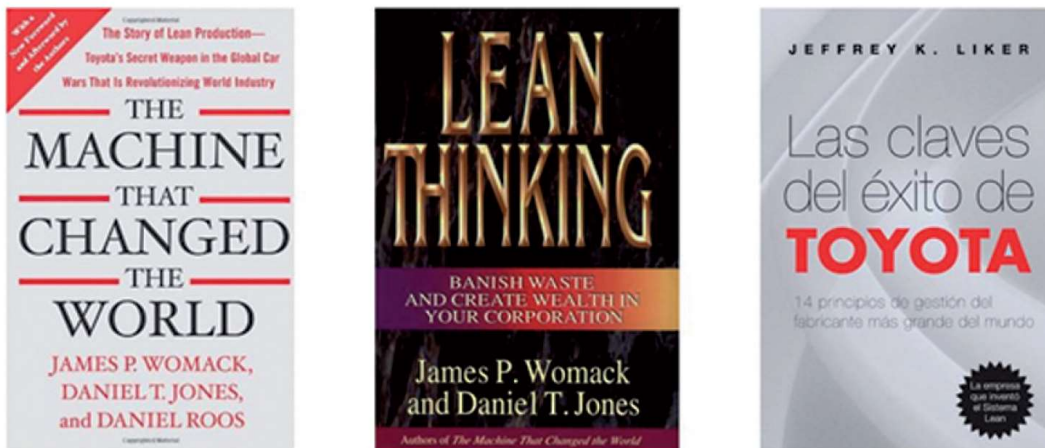


Figura 2: Libros que contribuyeron a la difusión del pensamiento Lean. Pons (2014).

2.1.5. ESQUEMA



Figura 3: Principios del Lean Thinking.



2.2. LEAN CONSTRUCTION

2.2.1. ORIGEN

El origen de Lean Construction se remonta a Finlandia, donde el profesor Lauri Koskela propuso aplicar los principios del Lean Production a la industria de la construcción. Esta propuesta quedó registrada en su publicación: “Application of the new production philosophy to construction” del año 1992.

El término Lean Construction fue acuñado por los fundadores del Grupo Internacional de Lean Construction (IGLC) en 1993. Traducido al castellano se le conoce como “construcción sin pérdidas” y consiste en la aplicación de una nueva forma de administrar la producción a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto desde el diseño hasta su entrega final. (Howell, 1999)

Luego el Lean Construction se difunde a todo el mundo con la ayuda del IGLC y del Lean Construction Institute (LCI). Ambas organizaciones dedicadas a mejorar la productividad en la industria a través del ejercicio, la enseñanza y la investigación continua.

Posteriormente, en el Reino Unido, el investigador Herman Glenn Ballard propuso el Last Planner System (LPS) como técnica de control de la producción. Esta propuesta fue registrada en su tesis doctoral: “The last planner system of production control” en el año 2000.

Esta filosofía de trabajo llega oficialmente al Perú por las gestiones de seis empresas y una universidad, quienes se aliaron para crear en Lima en el año 2011 el Capítulo Peruano de Lean Construction Institute (CPLCI), hoy llamado Lean Construction Institute Perú (LCI Perú).

Lean tiene como objetivo eliminar las pérdidas en los recursos utilizados para construir un proyecto, a fin de generar el máximo valor posible para los clientes. Debido a que los niveles de desperdicio en la construcción son muy altos, el enfoque hacia la eliminación de pérdidas es sustancial. (Orihuela, 2011)

2.2.2. DEFINICIÓN

Lean Construction es el marco filosófico de trabajo enfocado al sector construcción que abarca conceptos, principios, técnicas y herramientas a fin de disminuir los desperdicios y aumentar el valor para el cliente.

2.2.3. ONCE PRINCIPIOS DEL LEAN CONSTRUCTION

Los once principios del Lean Construction fueron enunciados por el profesor Lauri Koskela (1992). Dichos principios se traducen y explican a continuación.

REDUCIR LA PARTE DE LAS ACTIVIDADES QUE NO AÑADEN VALOR

De todas las actividades que se realizan en obra, solo una porción de esas actividades añade valor y otras no. Las actividades que agregan valor son aquellas que aportan a la finalización del proyecto solicitado por el cliente. Ejemplo de estas actividades son: asentado de ladrillo, vaciado de concreto premezclado, encofrado de placas, colocación de tuberías, compactación de base granular, bruñado de veredas, izajes columnas metálicas, corte del terreno natural, pintado de muros exteriores, entre otros. Las actividades que no añaden valor, también llamadas desperdicios, son aquellas actividades que consumen tiempo y recurso pero que no agregan valor. Ejemplo de estos desperdicios son: picado de sardineles desalineados, reparación de encofrado metálico por descuido, paralizaciones de seguridad, armado erróneo de columnas por incompatibilidad de planos en sus detalles, personal esperando material, gente parada por herramientas, demolición de columnas mal ubicadas



topográficamente, rellenos por corte excesivo, mixer esperando a que se concluya el trabajo de encofrado, paralización de equipos por falta de combustible, trabajadores incomodos por excesiva polución, doble elaboración de requerimientos de materiales, entre otros.

Este principio indica que constantemente se debe identificar las actividades que no agregan valor y tratar de eliminarlas, o en su defecto disminuirlas a la mínima cantidad. Para identificar el desperdicio existen técnicas y herramientas que facilitan la labor dependiendo del contexto y naturaleza de la misma.

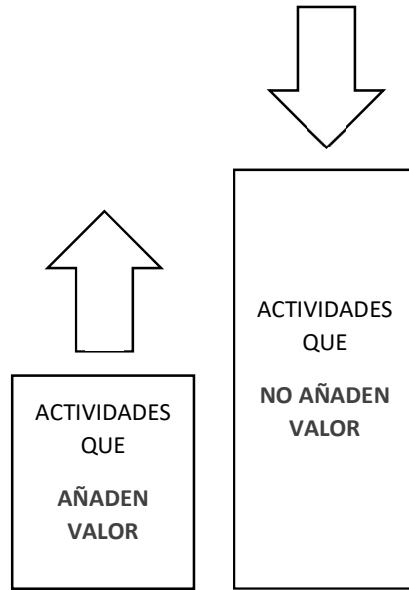


Figura 4: Diferencia entre las actividades que añaden valor y las que no

Es menester que todo el equipo del proyecto este enfocado en la identificación y eliminación de desperdicios, solo así se logra la mejora continua. Para esto, la sensibilización con charlas y talleres al staff aporta bastante.

INCREMENTAR EL VALOR DE SALIDA A TRAVÉS DE LA CONSIDERACIÓN SISTEMÁTICA DE LOS REQUERIMIENTOS DE LOS CLIENTES

El segundo principio indica que una vez identificado el cliente, principalmente el interno, constantemente se trate de aumentar el valor para él. Esto se logra consultándole a tu cliente qué actividades de la labor él considerar como valiosas. O en su defecto colocándote hipotéticamente en su lugar, es decir de forma empática, para identificar lo mismo. Ejemplo de esto es que la cuadrilla de tarrajeo trate de dejar un acabado más fino en los tabiques, con menor aspereza y con un correcto aplomado para que la cuadrilla de pintura (su cliente interno) pueda desarrollar su actividad sin contratiempos.

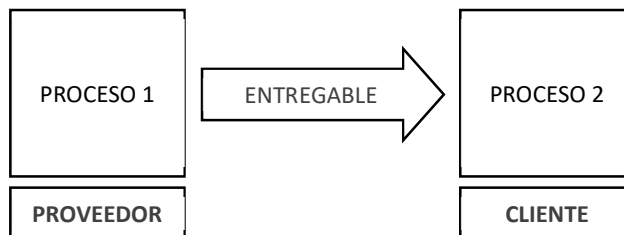


Figura 5: Relación cliente proveedor



REDUCCIÓN DE LA VARIABILIDAD

La variabilidad es la propiedad de aquello que es variable. La construcción es una industria evidentemente de alta variabilidad. Encontrar tuberías que no aparecen en los planos mientras se excava, que empiece a nevar en un vaciado de concreto, que empiece a llover al momento del pintado exterior, una huelga sindical, inasistencia de obreros un lunes, accidentes, demora en la llegada de un mixer de concreto premezclado, avería de un volquete, hallazgo de restos arqueológicos dentro del área de trabajo, expedientes técnicos con errores, entre otros, son ejemplos de variabilidad que evita que las actividades programadas en un día se cumplan a cabalidad. Cuando la variabilidad es alta (es decir, cuando hay incertidumbre) la estimación de la duración de las actividades se aleja de la realidad. Lo cual ocasiona que el número de actividades que no añaden valor aumente. Hay autores que declaran que la variabilidad es el “enemigo universal”. En tal sentido, un objetivo intrínseco del staff de obra es que se reduzca la variabilidad. Esto se puede lograr con la sectorización, la planificación en tren de actividades, la estandarización de procesos, una comunicación constante y el aprovisionamiento de buffers como planes alternos ante las diferentes eventualidades.

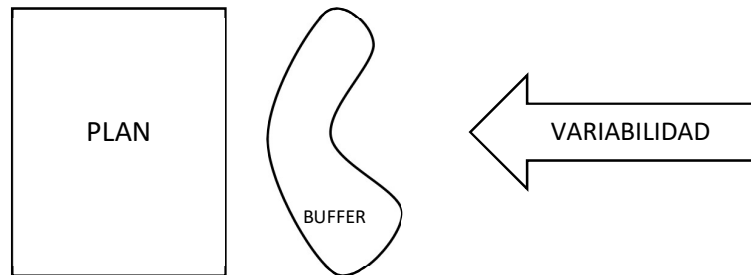


Figura 6: Esquema del plan, buffer y variabilidad

REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE CICLO

El siguiente principio indica que el tiempo de ciclo de cada proceso debe disminuirse a su mínima cantidad. Se asume que el tiempo de ciclo puede disminuirse porque parte del tiempo del proceso se invierte en desperdicios.

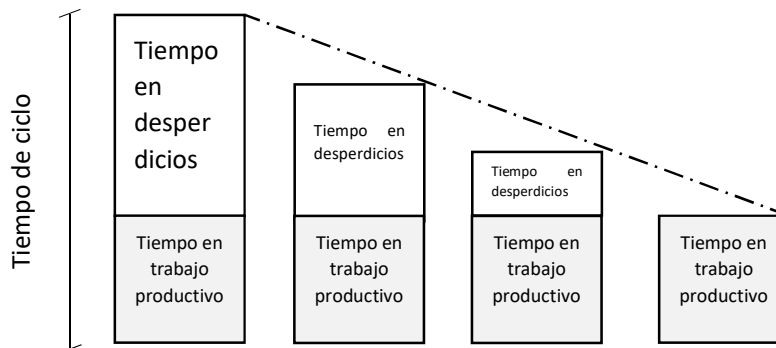


Figura 7: Esquema de la reducción sistemática del tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo puede disminuirse sectorizando la obra; reubicando las obras provisionales para disminuir transportes y ciclos; cambiar el orden de actividades a una forma más óptima; y finalmente reduciendo la variabilidad.



SIMPLIFICACIÓN POR LA MINIMIZACIÓN DEL NÚMERO DE PASOS, PARTES Y UNIONES

El principio de sencillez indica que a medida que más pasos existan en un proceso y que a medida que más involucrados participen de un proceso, la variabilidad aumenta. Por lo cual Lean recomienda que el número de pasos de un proceso disminuya, “hágalo sencillo”. El número de pasos se disminuye eliminando la cantidad de información necesaria para los controles, realizando una correcta buena inspección, estandarizando los procesos y realizando mapeos de la cadena de valor para eliminar pasos innecesarios, entre otros.

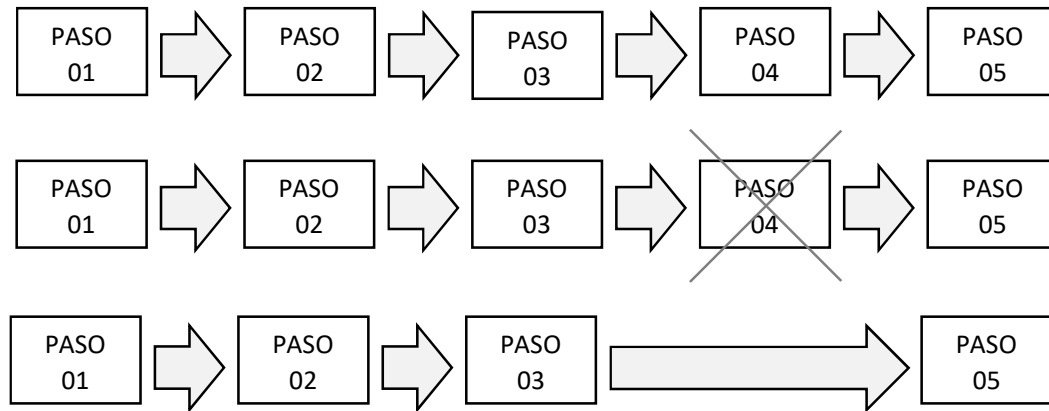


Figura 8: Esquema de la simplificación de procesos

INCREMENTAR LA FLEXIBILIDAD DE LA SALIDA

Este principio indica que una misma estación de trabajo pueda realizar diferentes actividades. Ejemplo de esto son las cuadrillas multidisciplinarias y la personalización del producto al final del proceso general. En construcción las cuadrillas multidisciplinarias que podrían mencionarse como ejemplo son aquellas que pueden hacer albañilería y carpintería a la vez; instalaciones eléctricas y sanitarias a la vez; y choferes con diferentes tipos de licencia.

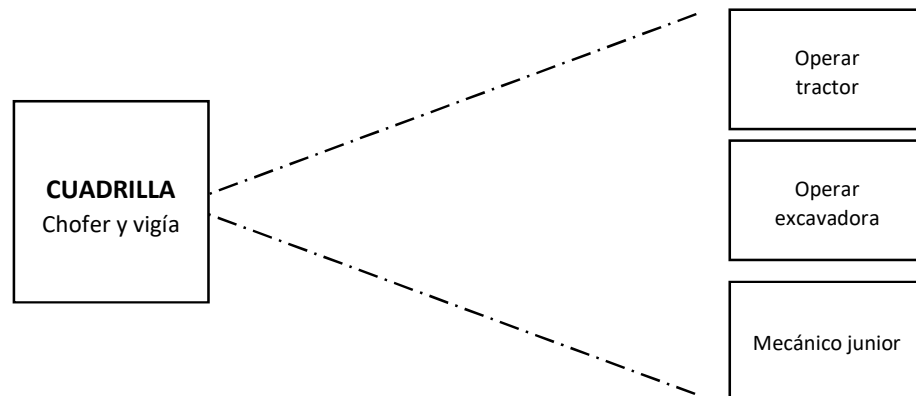


Figura 9: Cuadrilla multidisciplinaria

También ayuda a cumplir este principio la reducción del trabajo total en lotes de producción más pequeños y manejables. A esto último en construcción se le llama sectorización.



INCREMENTAR LA TRANSPARENCIA DEL PROCESO

En Lean Construction se pide que todos los procesos sean transparentes, esto servirá para evidenciar los errores, con el objetivo de solucionarlos. Se recomienda utilizar todo tipo de controles visuales: proyector, pólits, pizarras, papelógrafos, señalización, layout, panel de control, entre otros. La transparencia del proceso también se logra creando condiciones apropiadas para que los colaboradores evidencien sus errores y no los oculten.

En construcción la difusión de cartas, RFI's, indicadores de productividad y resultados de costos también aportan al principio mencionado.

FOCALIZAR EL CONTROL DE TODO EL PROCESO

Como primer paso debe medirse el desempeño de todo el proceso. Esta medición debe ser constante y todas las áreas deben participar en la mejora del tiempo de todo el proceso como conjunto. Luego con la medición obtenida, puede hacerse un análisis de causa, para solucionar los problemas particulares de un área que están impactando en el resultado de todo el proceso. Nuevamente el enfoque debe estar en el control de todo el proceso.

CREAR EL MEJORAMIENTO CONTINUO DENTRO DEL PROCESO

En Lean Construction, se busca constantemente la perfección en todos los procesos de la construcción. Esto puede lograrse haciendo que el equipo tenga la misma visión de mejoramiento continuo y que se evidencien los errores. Al evidenciar los errores, lo que se busca es atacar la raíz de los problemas para que no vuelvan a ocurrir y no tanto enfocarse en mitigar los efectos de los problemas.

Para mejorar constantemente, hay que medir constantemente y hacer que todo los involucrados conozcan los resultados de esta medición. No se mejora lo que no se mide. Hay que retar al equipo constantemente a mejorar sus resultados.

BALANCEAR LA MEJORA DEL FLUJO CON LA MEJORA DE LA CONVERSIÓN

El mejoramiento del proceso general, al optimizar los flujos de la construcción, es mayor al mejoramiento que se pueda obtener al optimizar los procesos de conversión. Por lo cual lo primero que hay que atacar son los flujos, hay que eliminar los desperdicios en los flujos. A esto se le llama "eliminar la grasa superficial". Luego de eliminar los desperdicios en los flujos se pasa a los procesos. De igual manera, hay que eliminar los desperdicios en los procesos. A esto se le llama "eliminar la grasa profunda".

Eliminar los desperdicios en los flujos requiere una menor inversión y más tiempo en notar los beneficios. Eliminar los desperdicios en los procesos, a veces requiere un cambio de tecnología, es más costoso y los beneficios se evidencian a corto plazo. Se debe mantener un equilibrio entre la mejora de los flujos y los procesos de conversión, siempre teniendo en cuenta la forma en la que esto mejora el proceso general.

BENCHMARKING

El benchmark tiene relación a los puntos BM en topografía, que son puntos de referencia. En tal sentido el principio del benchmarking indica que tomemos un punto de referencia, para igualarlo y luego superarlo. Ejemplo de esto puede ser la empresa líder del sector, el frente líder, la mejor cuadrilla, los expertos en determinada especialidad, etc. Tomando como referencia al líder, puedes medirte y saber cuánto recorrido te falta para alcanzarlo y posteriormente en cuanto porcentaje ya lo superaste. La idea es copiar todo lo que hace el mejor para igualarlo y luego innovar para superarlo.



2.2.4. DIFUSIÓN

El LCI Perú, en alianza con empresas constructoras y con comunidades de las diferentes universidades del país, ha desarrollado un rol clave en la difusión de esta filosofía de trabajo.

Otro factor clave en la difusión ha sido la constitución y participación de los diferentes grupos de estudios dedicados a la construcción, gerencia e innovación creados en las diferentes universidades de todo el Perú. Muchos de ellos con el respaldo del LCI Perú.

El hambre de conocimiento de los profesionales peruanos, y las diferentes instituciones académicas que dictan cursos de Lean Construction también han aportado a su rápida difusión e implementación.

La mentalidad de los profesionales Lean, acerca de compartir el conocimiento, ha logrado que se difundan las lecciones aprendidas de sus respectivas implementaciones.

2.2.5. ESQUEMA

Lean Construction es una filosofía de trabajo sofisticada y completa, análogo a un paraguas que abarca principios, conceptos, técnicas y herramientas.



Figura 10: Esquema del Lean Construction. Adaptado de Pons (2014)



2.3. LAS TEORÍAS DE PRODUCCIÓN

Existen tres teorías para la definir a la producción: la de transformación, la de flujos y la de generación de valor.

La teoría de producción como transformación define a la producción como una transformación de entradas y salidas. La transformación total se consigue descomponiendo el todo en partes y realizando la transformación de todas las partes. Se definen las tareas que deben realizarse, y cómo ejecutarlas eficientemente. Su meta es producir el producto.

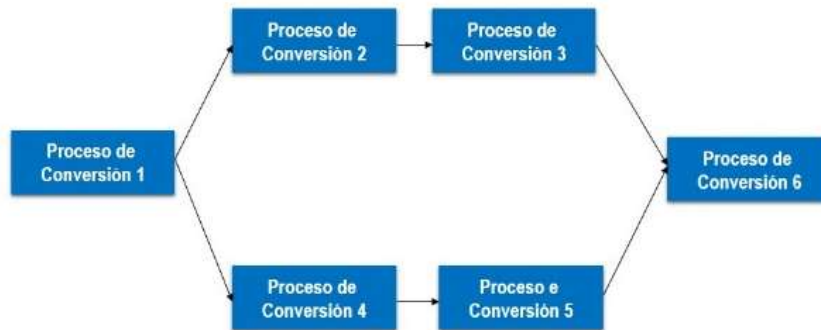


Figura 11: Teoría de producción como transformación. Adaptado de Castillo (2014)

La teoría de producción como flujo considera cuatro etapas en el proceso de producción: procesamiento, inspección, espera y movimiento. Aquí solo el procesamiento representa transformación, el resto representa pérdidas. De esta manera los esfuerzos se enfocarán en hacer el procesamiento más eficiente y reducir las actividades que generan pérdidas. Su meta es minimizar el desperdicio.

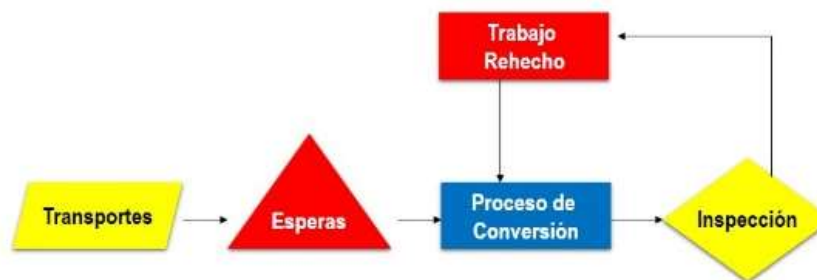


Figura 12: Teoría de producción como flujo. Adaptado de Castillo (2014)

La teoría de producción como generación de valor busca maximizar el valor desde el punto de vista del cliente final. Inicia con la identificación de que es lo que este considera como útil. Su meta es maximizar el valor.



Figura 13: Teoría de producción como generación de valor. Adaptado de Castillo (2014)

El enfoque tradicional para la construcción solo considera la teoría de producción como transformación. El enfoque Lean considera las tres teorías existentes, concibiendo los procesos como una transformación de entradas y salidas; como un flujo de información y recursos; y como la generación de valor para los clientes. (Castillo, 2014)

Los procesos de transformación son el trabajo productivo. Los flujos son los trabajos contributivos y no contributivos. Para mejorar el desempeño de la construcción hay que aumentar la eficiencia del TP, disminuir el TC y eliminar el TNC en la máxima cantidad posible.

En el enfoque tradicional se declara que el mayor potencial para mejorar el desempeño y la productividad está en aumentar la eficiencia de los procesos constructivos (TP). Sin embargo, en una publicación de O'Connor & Swain para el manual de implementación de herramientas Lean de Gran Bretaña se demuestra lo contrario. En la figura 14 se aprecia que el mayor tiempo de la jornada, el personal obrero lo invierte en actividades que no agregan valor, es decir en flujos. Y muy poco tiempo se invierte en los procesos de transformación. Por lo cual el mayor potencial para mejorar el desempeño y por ende la productividad se encuentra en disminuir y eliminar las pérdidas que se encuentran en los flujos (TC y TNC). Por ello, es necesario mantener los flujos en una situación de eficiencia, solo deben existir en la cantidad realmente necesaria.

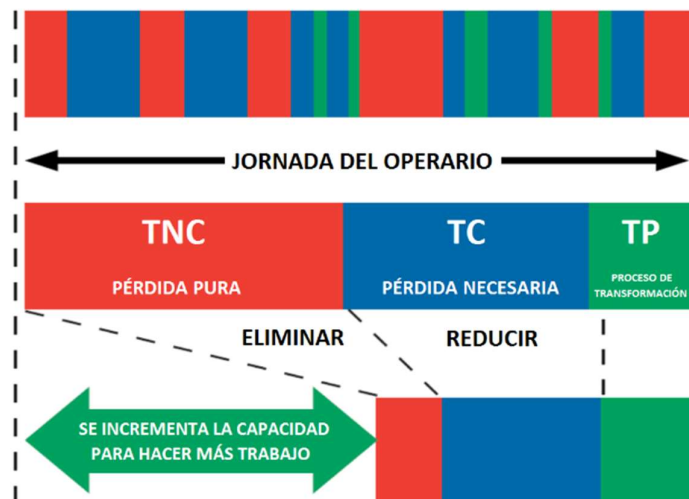


Figura 14: Proporción de los tipos de trabajo en la jornada. Traducido de O'Connor & Swain (2013)



2.4. MODELO LEAN Y MODELO TRADICIONAL

Constantemente se escucha en las implementaciones y en la bibliografía los términos: modelo tradicional versus modelo Lean. En tal sentido, es necesario definir a que hace referencia cada modelo, pues sus significados varían según el contexto en el que se está hablando. Así, se puede hablar sobre de modelo tradicional y Lean en la gestión de proyectos, en la definición de utilidad de una empresa y en el sistema de producción.

2.4.1. MODELOS EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS

La gestión integral de proyectos en su modelo tradicional, tal como se mencionó en la realidad problemática, presenta los siguientes problemas típicos: escasa formación en planificación de obra, control de calidad ineficaz, seguridad deficiente, diseños errados, incompatibilidades en los planos, intereses contrapuestos, falta de transparencia en la comunicación y baja productividad. Esto genera la entrega de proyectos fuera del plazo, sobrecostos, reclamaciones de calidad, elevado número de accidentes y en general incertidumbre sobre si las condiciones iniciales del contrato terminarán siendo cumplidas.

El diseño tradicional de gestión de proyectos está basado en tener por separado el diseño, luego hacer una licitación de construcción y posteriormente construir. Esto ha provocado una falta de cooperación entre las partes y una mala compatibilización de la información.

El modelo Lean para la gestión integral de proyectos propone un trabajo colaborativo entre el diseñador, constructor y demás interesados participantes en todo el ciclo del proyecto. Esto desde la concepción, el diseño, ejecución y hasta la operación y mantenimiento. A esta forma de trabajo se le conoce como el Integrated Project Delivery (IPD) que propone involucrar a los agentes que participaran en el ciclo del proyecto desde etapas muy tempranas; alinear los intereses y objetivos de estos participantes; y compartir los riesgos y recompensas. Todo con el objetivo de agregar mayor valor al cliente de forma conjunta y evitar los errores mencionados del modelo tradicional.

Las características del IPD, según el Dr. Luis Fernando Alarcón, son las siguientes:

- ✓ Integración de las partes involucradas.
- ✓ Proceso de colaboración.
- ✓ Optimizar los resultados globales del proyecto más que los de procesos individuales.
- ✓ Incrementar valor para el cliente.
- ✓ Reducir pérdidas y maximizar eficiencia.
- ✓ Fases de diseño, fabricación y construcción trabajando juntas.

En las etapas tempranas del proyecto se puede mejorar en gran medida los costos y la funcionalidad del proyecto, a esto apunta el IPD. En las etapas finales del proyecto el costo de realizar cambios en el diseño se eleva. El proceso según el IPD es invertir mayores esfuerzos en las etapas iniciales para no tener problemas en las etapas intermedias y finales. Esto lo muestra la curva de MacLeamy. (Randall, 2007)

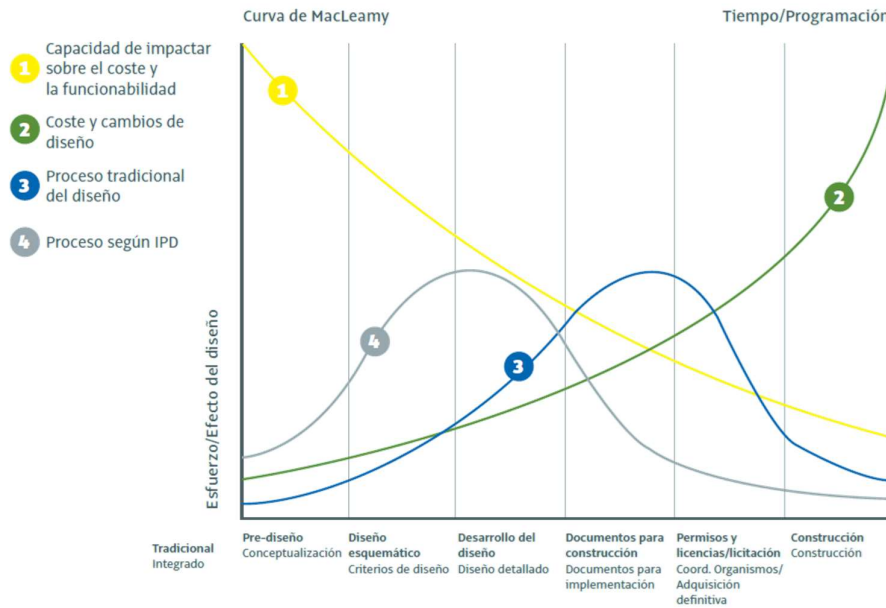


Figura 15: Curva de MacLeamy. The American Institute of Architects (2007)

Aplicar el modelo Lean para la gestión integral de proyectos, implica la utilización de otro tipo de contratos; unos que permitan la colaboración de las partes interesadas y no provoque conflictos de intereses. Es necesario así pasar de contratos transaccionales a contratos relacionales.

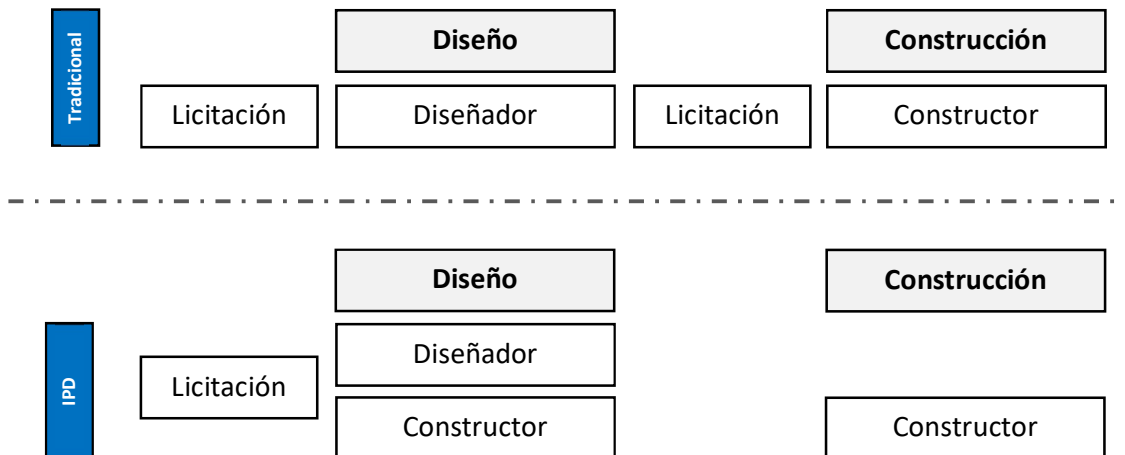


Figura 16: Esquema de la gestión integral de proyectos



2.4.2. MODELOS EN LA DEFINICIÓN DE UTILIDAD

La visión tradicional y la visión Lean también se diferencian en la definición de utilidad de las empresas. En la visión tradicional se afirma que para ganar más hay que aumentar el precio del producto. En la visión Lean, para ganar más no hay que aumentar el precio del producto, hay que eliminar los desperdicios del proceso de producción. Así se reduce el costo. Este cambio de enfoque hace toda la diferencia.

Lo mencionado puede apreciarse mejor en el siguiente esquema:

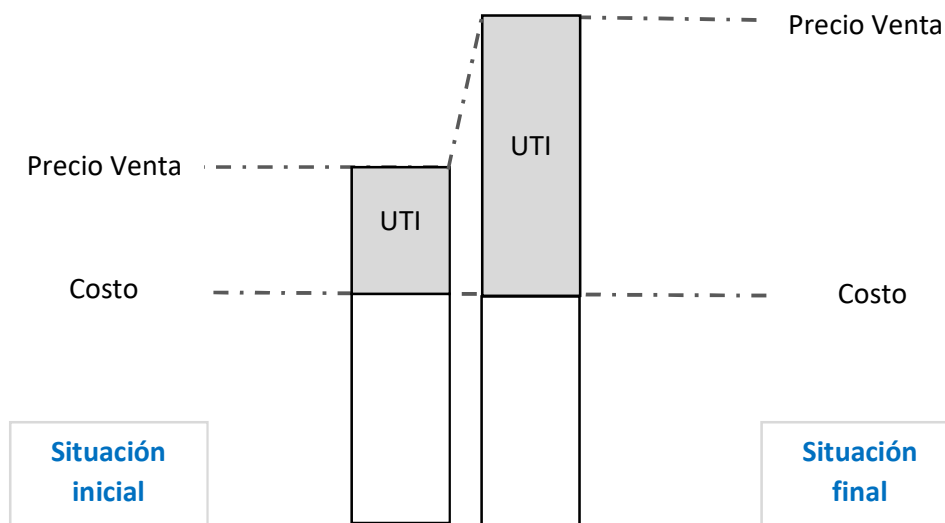


Figura 17: Definición de mayor utilidad según la visión tradicional

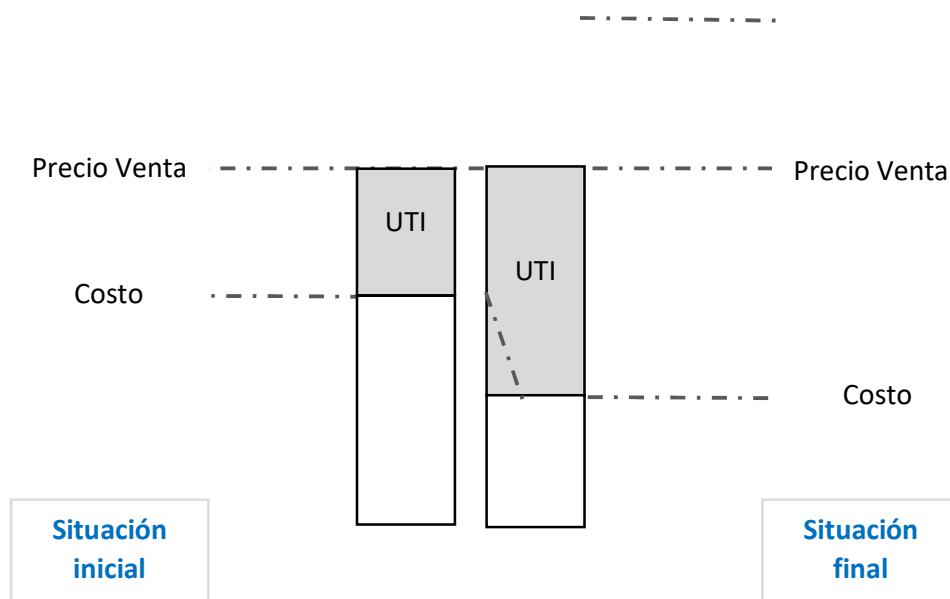


Figura 18: Definición de mayor utilidad según la visión Lean



2.4.3. MODELOS EN LA PRODUCCIÓN

En la visión tradicional de producción solo se toma en cuenta los procesos de conversión de la construcción. Esto se evidencia al apreciar los tradicionales gráficos de barras Gantt. El defecto de esta forma de planificar y controlar la producción es que obvia una gran cantidad de tiempo que se invierte en otras actividades en obra. No considerar esas actividades, que están allí pero que no agrega valor, ha provocado un descuido en su eliminación por parte de los profesionales.

En la visión Lean de planificación y control de la producción, si se consideran los procesos de conversión, pero además se consideran los flujos de la construcción. Los flujos de la construcción son actividades que no añaden valor directamente pero que aportan a que se pueda generar valor. Por ello hay que mantenerlos optimizados y que solo se invierta la cantidad necesaria de tiempo en los flujos.

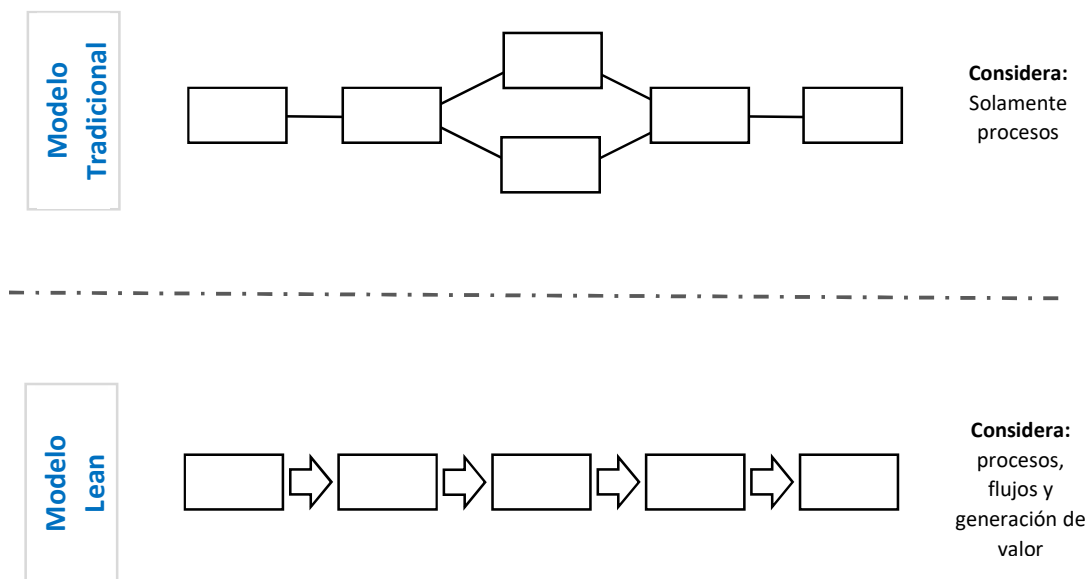


Figura 19: Modelo de producción tradicional vs Lean

Otra diferencia significativa de la producción Lean, es que se planifica de forma colaborativa. En el sistema tradicional existe un ingeniero de planificación en el área de oficina técnica que se “imagina” como se ejecutará la obra y así la plasma en una programación Gantt. En Lean la planificación se hace con los ingenieros de producción, los responsables de subcontratistas, especialistas y con los maestros de obra. Así se realiza una planificación más coherente con la realidad. También se recomienda que la planificación Lean se haga con metrados y rendimientos reales, no con los que aparecen en el expediente técnico. De esta forma también se reduce la variabilidad.



2.5. CONCEPTOS DEL LEAN CONSTRUCTION

2.5.1. PROACTIVIDAD

La proactividad es la predisposición e iniciativa que tienen los seres humanos de querer dar un poco más de lo que se les pide, buscar aportar más valor, orientarse a buscar soluciones, aportar al equipo con ideas, auto-proponerse tareas con el fin de cumplir un objetivo. Todo esto sin esperar, inactivo, a que un tercero le dé la indicación de hacerlo.

Victor E. Frank, el creador de la logoterapia y la teoría proactiva, define a la proactividad como hacernos responsables de nuestros actos, pues tenemos la libertad de elegir como reaccionar y actuar frente a los acontecimientos externos que nos imponen. Si bien es cierto que no se puede controlar los acontecimientos exteriores, en el interior cada persona puede elegir el modo en que esos acontecimientos le afectan.

La proactividad es lo contrario a la reactividad. Ser proactivo no significa estar siempre ocupado. Se relaciona con la iniciativa, pero su concepto es diferente. El proactivo no espera a que las cosas sucedan por sí mismas ni espera a que alguien se haga cargo de ellas. Ser proactivo es hacer que las cosas sucedan. Por ello el ingeniero de planificación Lean necesariamente debe ser un profesional con carácter proactivo. (Rodríguez, 2012)

2.5.2. PARADIGMAS

El paradigma es el conjunto de creencias conducen a un individuo a actuar, sentir y pensar de una determinada forma ante un acontecimiento específico. Por ejemplo, si alguien tuviese el paradigma de aclarar siempre quien fue el responsable de un error, digamos un desfase en la ubicación de una placa; esta persona discutiría y gastaría mucho esfuerzo presionando al equipo hasta hacer que ellos reconozcan que él no tuvo la culpa. Sin embargo, si su paradigma fuese diferente, por ejemplo, el trabajo en equipo y la orientación constante a la búsqueda de soluciones, otra sería la reacción. Buscaría en que paso del proceso ocurrió el error, y propondría ideas para asegurar que este problema nunca más se vuelva a repetir.

Según Barker un paradigma es el conjunto de reglas y disposiciones que hacen dos cosas:

- ✓ Establece límites.
- ✓ Indica cómo comportarse dentro de los límites para tener éxito o no.

En resumen, y tomando las palabras de Barker, un paradigma indica la existencia de un “juego”, la explicación de en qué consiste el juego y como jugar para tener éxito. (Barker, 1989)

Definitivamente en la implementación de Lean Construction se necesita que los miembros del equipo cambien sus paradigmas más arraigados a unos nuevos. Los paradigmas necesarios para una correcta implementación de la filosofía Lean son: la búsqueda constante de la perfección; no criticar ni buscar culpables ante los errores; orientación a la búsqueda de soluciones; planificación colectiva; avance de obra en sectores y no de forma total; comunicación horizontal; compromiso absoluto para el levantamiento de restricciones; transparencia; gestión visual; disposición para compartir el conocimiento; entre otros.



2.5.3. CULTURA LEAN

Es aquel conjunto de conocimientos, ideas y costumbres que caracterizan a una organización Lean. Según el PhD en ingeniería y gestión de la construcción, Luis Fernando Alarcón, las características de una organización con cultura Lean son:

- ✓ Tener colaboradores empoderados, que pueden sugerir y que puedan implementar cambios en la organización.
 - ✓ Tener colaboradores competentes, que pueden realizar variedad de funciones y que las realicen bien.
 - ✓ Tener colaboradores que buscan el mejoramiento continuo.
 - ✓ Los miembros del equipo tienen una visión a largo plazo de su vida y de su trabajo.
 - ✓ El respeto por las personas esta interiorizado en todos.
 - ✓ Se considera todo el ciclo de vida del producto en el diseño.
 - ✓ Se diseñan juntos los productos y los procesos.
 - ✓ Se realiza esfuerzos constantes para optimizar la cadena de abastecimiento.
 - ✓ Se crea y diseña buffers para absorber la variabilidad.
 - ✓ Las tareas se realizan en el último momento responsable y no lo antes posible.
 - ✓ Se busca constantemente que los intereses de las partes involucradas en los procesos estén alineados y que todos se sientan parte de un mismo equipo.
 - ✓ Que los colaboradores de baja jerarquía puedan participar en las decisiones de alta jerarquía.
- Y que la toma de decisiones se realice de forma colaborativa.

Para realizar una implementación Lean en un proyecto o empresa se recomienda seguir la siguiente secuencia: filosofía, cultura y luego tecnología, en ese respectivo orden.

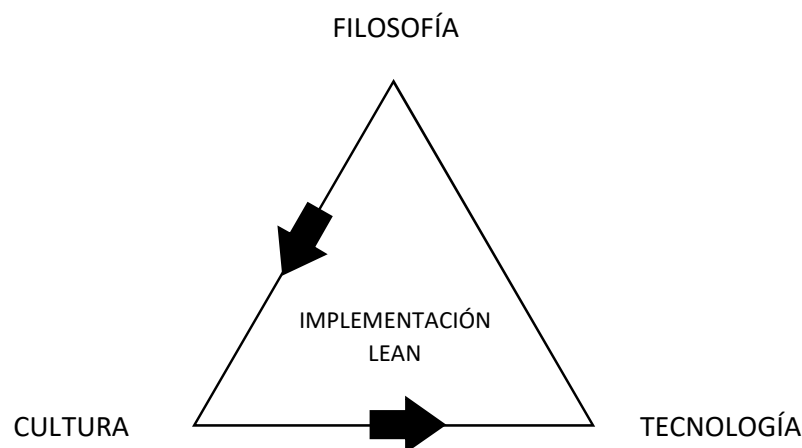


Figura 20: Esquema de implementación Lean. Adaptado de Díaz (2013)



La filosofía, la cultura y la tecnología consiste en lo siguiente: (Díaz, 2013)

- ✓ **FILOSOFÍA:** Relacionada a los principios y conceptos del pensamiento Lean: el valor, los tipos de desperdicios, la transparencia, la variabilidad, los buffers, los lotes de producción y la mejora continua.
- ✓ **CULTURA:** Relacionado a los paradigmas y los hábitos como la proactividad, la predisposición al cambio, el respeto por las personas, el enfoque hacia la búsqueda de soluciones, la búsqueda constante de la perfección, la comunicación horizontal, la limpieza, el orden, el trabajo en equipo, la toma de decisiones de forma colaborativa.
- ✓ **TECNOLOGÍA:** Relacionado a las técnicas y herramientas Lean: el Last Planner System, el muestro de actividades, la carta balance, el value stream mapping y el go to gemba.

Es necesario que las técnicas y herramientas se enseñen y apliquen después de que el grupo humano haya interiorizado la filosofía. En caso contrario se podrían confundir a Lean Construcción como una metodología más con formatos a llenar y no como una filosofía de trabajo integral, una situación así estaría muy errada.

2.5.4. PERFIL DEL PROFESIONAL LEAN CONSTRUCTION

Las características de un profesional Lean son las siguientes: (Pavez & Alarcón, 2006)

1. Visión Empresarial.

Es el primer elemento del perfil profesional Lean Construction. Sirve para alcanzar la efectividad de toda la empresa mediante el accionar de todos los involucrados. Las personas deben compartir valores y objetivos comunes para que se sientan cómodas en su trabajo. De esta manera la organización puede extraer lo mejor de la capacidad de cada persona. Con la visión empresarial, cada colaborador cuida cada moneda de la empresa como si fuera su propio dinero. Es por ello que todos los miembros del equipo deben conocer la visión, misión, valores y metas de la organización.

2. Visión Lean.

Debe estar de acuerdo con la nueva filosofía de trabajo Lean Construction. Los principios, los conceptos, las técnicas y las herramientas Lean deben ser conocidos, dominados e interiorizados por este.

Debe tener una predisposición al cambio, un enfoque en la búsqueda de soluciones, la mejora continua, la transparencia, proactividad y una permanente búsqueda de la perfección.

3. Competencia técnica.

Es la base del conocimiento profesional. Está conformado por los conceptos de teorías, reglas, métodos, herramientas y tecnologías para poder llevar a cabo el trabajo con calidad, así como resolver problemas de la actividad profesional.

Hace referencia a que cada profesional debe dominar el tema de especialidad para el cual se le contrato.

4. Competencia de gestión.

Es la capacidad para mover recursos, generar canales de comunicación, tener una visión sistémica del proceso y conectar el trabajo individual con el trabajo de la organización (cómo mi trabajo es parte de un panorama más amplio y cómo puede contribuir a este). Para esto es necesario conocer los recursos, los procesos, las personas, y cómo deben conectarse para



obtener los mejores resultados. Es necesario que el profesional conozca la teoría en la gerencia de proyectos.

5. Habilidades sociales

Implica mover a las personas en la dirección deseada, motivarlos y extraer lo mejor de su propia capacidad. Las habilidades sociales convierten a un gerente o jefe en un líder competente. El profesional requiere habilidades como empatía, inteligencia emocional, comunicación, asertividad, disciplina, entre otros.

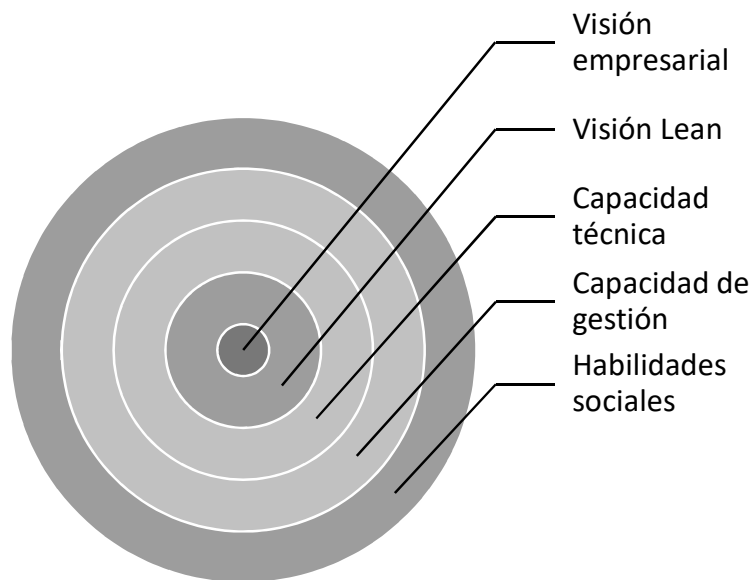


Figura 21: Perfil del profesional Lean Construction. Adaptado de Pavez y Alarcón (2006)

2.5.5. VARIABILIDAD

Como se definió en el principio de reducción de la variabilidad, esta es la propiedad de aquello que es variable, por diferentes razones. La construcción es una industria con presencia de alta variabilidad. La variabilidad son aquellos acontecimientos que evitan que las actividades programadas en un día se cumplan en su totalidad. Es por ello que se considera que la variabilidad es el enemigo de la planificación.

El objetivo de los equipos de trabajo, tanto de los proyectos como empresas, es diseñar planes de contingencia (buffer) para absorber la variabilidad en la mayor medida posible.

Aplicar el LPS como sistema de control de producción ayuda a disminuir la variabilidad.



2.5.6. DESPERDICIO

Al desperdicio también se le conoce como pérdida, “muda” en japonés y “waste” en inglés. Es toda aquella actividad humana que consume tiempo y recursos pero que no agrega valor.

Las pérdidas se dividen en pérdidas necesarias y en pérdidas puras. Las pérdidas necesarias son las actividades de soporte como el transporte de materiales y a estas hay que disminuirlas. Las pérdidas puras son las actividades que no son necesarias para nada como las horas hombre muertas y a estas hay que eliminarlas. Otros ejemplos de pérdidas en la construcción son las esperas provocadas por una falta de instrucción: esperas por no llegada de materiales; esperas por interferencias; transportes innecesarios de recursos; tiempo ocioso por mala actitud del trabajador; reprocesos por errores de calidad; inadecuada distribución del personal; carencia de una planificación; entre otros. (Botero & Álvarez, 2003)

Los desperdicios se clasifican en ocho tipos:

1. Transportes innecesarios

Son aquellos transportes que el personal, materiales y equipos incurren y que no agregan valor al producto final.

Ejemplo de transportes innecesarios en obra son: mover el material de subbase a la progresiva necesaria cuando toda la subbase se colocó en el kilómetro cero; transporte del material encofrado a los diferentes frentes; transporte de arena y piedra a otros frentes de trabajo porque sobraron; traslado de personal a la oficina de staff para la firma de ATS; traslado de los maestros y jefe de cuadrilla que tienen dudas de sus trabajos; traslado del personal para una re-inducción de seguridad; entre otros.

2. Inventario

Aquel stock de insumos, productos intermedios o productos finales. Este inventario ocupa un espacio. Puede deteriorarse o perderse. Sin mencionar que este inventario implica una inversión de dinero que no se está utilizando en el tiempo inmediato, lo cual podría afectar a la disponibilidad de liquidez de la organización.

Ejemplo de inventario en obra son: tener mayor cantidad de bolsas de cemento de las que se requiere, hacer llegar una gran cantidad de estructura metálica cuando los pedestales aún no están listos por falta de pernos de anclaje, hacer llegar una cantidad de base granular cuando aún no se tiene liberaciones de sub-base por parte de la supervisión para la cantidad solicitada, un número excesivo de volquetes, entre otros.

3. Movimientos innecesarios

Son todos aquellos esfuerzos que el personal y equipos incurren y que no agrega valor al producto final.

Ejemplo de movimientos innecesarios en obra son: movimiento giratorio de la retroexcavadora al cargar material a un volquete cuando la excavadora y/o el volquete están mal estacionados; otro ejemplo es el movimiento de agacharse y pararse de los albañiles cuando el ladrillo se les deja en el piso y no en una plataforma o mesa; entre otros.

4. Esperas

Las esperas son los desperdicios más comunes que hay en obra. Ocurren cuando se tiene personal y equipo parado por falta de materiales, instrucciones, herramientas, espacio seguro, equipos, permisos, información y trabajo previos.



Ejemplo de espera en obra son: tener equipo parado esperando el trazo del topógrafo, tener carpinteros esperando porque las cuadrillas de acero aun no acaban su labor, tener albañiles esperando porque le mixer demoró en llegar, tener al personal parado porque el maestro de obra se fue a consultar una duda en los planos a los ingenieros, tener a una grúa parada esperando la llegada de estructura metálica, tener una excavadora parada porque no se tiene la zona a excavar humedecido con una cisterna, entre otros.

5. Sobreproducción

Procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente. El sobreprocesamiento ocurre cuando utilizamos el sistema Push. Se considera el principal desperdicio y es el que por lo general provoca los demás.

Ejemplo de sobreproducción en obra son: haber excavado un metrado de cimentaciones mayor a la cantidad de acero disponible en obra, que la cuadrilla de encofrados tenga un rendimiento mayor a las cuadrillas de acero en elementos verticales, que los tuberos coloquen tuberías a un ritmo de metros lineales mayor al de colocación de cama de arena, entre otros.

6. Sobreprocesamiento

El sobreprocesamiento consiste en dar más calidad de la requerida por el cliente o dar más calidad de la necesaria respecto a lo indicado en las especificaciones técnicas.

Ejemplo de sobreprocesamiento en obra son: excavación masiva con precisión de 1 cm cuando después una motoniveladora terminará moviendo todo el nivel; tarrajea un cerco perimétrico prefabricado cuando no hay la partida de tarrajeo y al cliente en forma particular no le interesa que el acabado sea fino; demorarse en el trazo de cercos provisionales de seguridad con puntales porque se trató de que sean totalmente paralelos al eje de la edificación; demora en la cuantificación de agregados para la preparación de concreto para solados cuando estos no son elementos estructurales sino que apoyan al trazo; excesivo lijado de los aceros antes del vaciado; realizar obras provisionales con materiales y precisión excesiva cuando después de unos meses esto se tendrá que demoler; realizar protocolos topográficos con excesivos puntos y coordenadas; entre otros.

7. Defectos de calidad

Son aquellos recursos y tiempo que se invierte en las correcciones de no calidad, el levantamiento de observaciones y la eliminación de productos que no cumplen las condiciones mínimas exigidas por el cliente.

Ejemplo de desperdicios por defectos de calidad en obra son: picado de concreto en el cual no se dejó pases, picado de concreto en el cual no se dejó arranques de acero, demolición de placa mal ubicada, demolición de muro de tabiquería no aplomado, escarificado de placa con “panza” por un mal encofrado, retiro de tubería recalentada para doblarla, retiro de material en conformación de subrasante que no cumple con el nivel de compactación, entre otros.



8. Talento mal empleado

Este tipo de desperdicio hace referencia a la no utilización de todo el potencial del personal humano; a la no consideración de su capacidad para resolver problemas e innovar; y a utilizar a personal capacitado para hacer trabajos que son menores a su preparación.

Ejemplo de talento mal empleado en obra son el no considerar las ideas de los maestros de obra en la solución de problemas; no considerar la opinión de los subcontratistas en el orden de ejecución de las actividades de obra; hacer que los albañiles trasladen su propio ladrillo y lo humedezcan; utilizar a operarios y oficiales para realizar limpieza cuando no hay frente para ellos; entre otros.

2.5.7. PRODUCTIVIDAD

La productividad se define como el grado de eficiencia en la utilización de los recursos para producir los diferentes productos o servicios, en el plazo solicitado y con la calidad requerida por el cliente. (Serpell, 2002)

Según el tipo de recurso a analizarse existen tres tipos de productividad: productividad del material, productividad de la mano de obra y productividad de los equipos. La productividad de la mano de obra es el más importante debido a que marca el ritmo de trabajo y por ende marca la productividad de los otros recursos. (Botero & Álvarez, 2004)

Para representar a la productividad de obra se utiliza la productividad de la mano de obra, pues es esta la que determina el ritmo de avance de la ejecución. La productividad de obra según su alcance puede medirse de forma específica para cada actividad o de forma general para toda la obra.

La productividad específica es la comparación entre la cantidad de productos construidos con la cantidad de recursos utilizados para la construcción de dichos productos. En la cantidad de recursos puede ir las horas hombre, las cantidades de materiales y las horas máquinas. En la cantidad de productos va el metrado de las partidas según las unidades que se acostumbra según la naturaleza del producto. Ejemplo de productividad específica es tener 0.787 m²/hh o 1.666 m³/hh. (Rodríguez & Valdez, 2012)

Para conocer si esta productividad específica es alta o baja, basta con compararla con la productividad histórica de la empresa para determinada partida o con los rendimientos utilizados en el presupuesto del expediente técnico.

Para conocer el nivel de productividad general de obra, existe una herramienta llamada muestreo de actividades. Con esta herramienta la productividad general de obra se mide en porcentaje. Ejemplo de ello es tener 45% de trabajo productivo (TP).

2.5.8. GESTIÓN VISUAL

La gestión visual es un nuevo principio del Lean Construction, pero que al implementarlo en la realidad aterriza como una técnica. La gestión visual indica que todo lo que se haga, en especial las explicaciones, los indicadores, control de avances y reglas aparezcan para el personal de forma visual en la mayor medida posible. Esto puede hacerse con planos, impresiones, carteles, pizarras, cuadros, pósters, entre otros.

La gestión visual se fundamenta en el hecho que el ser humano percibe la mayor cantidad de información de forma visual, aproximadamente el 83%. Lo demás se capta por el oído, olfato, gusto y tacto.



La idea de la gestión visual es disminuir y/o eliminar toda carga administrativa de las pequeñas revisiones. Así como también mostrar el estado de los procesos para la pronta toma de decisiones. El objetivo de la gestión visual no debe ser meramente informativo, debe aportar a tener un flujo continuo en obra.

Las ventajas de la información visual es que se resalta la información importante, alerta cuando hay problemas, disminuye la cantidad de explicaciones, ayuda a eliminar desperdicios, evita la sobrecarga de información y reduce el tiempo necesario para entender algo.

2.5.9. CURVA DE APRENDIZAJE

La curva de aprendizaje indica que a medida que un grupo de personas o una persona ejecute repetidamente un proceso, el tiempo que invierte en culminar dicho proceso disminuye. Se entiende así que la productividad mejora por la constante repetición de una serie de pasos (especialización).

Por ello también se recomienda utilizar cuadrilla especializadas y dedicadas a una sola actividad a lo largo de toda la obra. Es decir, designar a una cuadrilla de excavación y vaciado de solados; otra cuadrilla dedicada a armar acero de zapatas y vigas de cimentación; otra a encofrar y finalmente a vaciados y hacer que esta distribución se mantenga. El objetivo es hacer que un personal haga la misma actividad desde el día que ingresa a obra hasta el día que se retire. De esta forma se utiliza a favor el principio de la curva de aprendizaje.

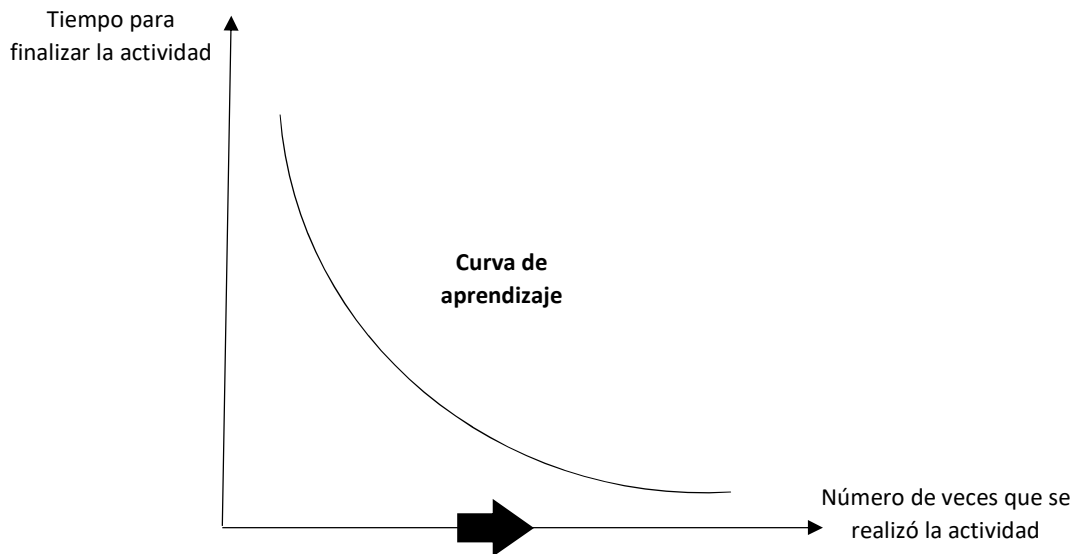


Figura 22: Curva de aprendizaje. Adaptado de Día (2013)



2.5.10. BUFFERS

Se le traduce como amortiguador, en Lean hace referencia a un “colchón” que protege a la planificación realizada de la variabilidad (incertidumbre). El buffer puede ser de diferentes tipos:

- ✓ Buffers de Capacidad: Los buffers de capacidad deben entenderse como lotes pequeños de sobre producción que se tiene en un proyecto para amortiguar que el flujo no pare si es que no se llegase a cumplir con la meta de producción establecida para un determinado tiempo.
- ✓ Buffers de Inventario: Los buffers de inventario son aquellos recursos extras que se tiene en el proyecto para asegurar que el flujo no pare si es que se presenta algún problema con un recurso destinado a un lote de producción.
- ✓ Buffers de Tiempo: Los buffers de tiempo se establecen como holguras de tiempo entre cada lote de producción.

Se recomienda que el proyecto tenga buffers de capacidad antes que tener buffers de inventario, por los costos que implicaría. Es importante aclarar que cualquier buffer es una holgura intencional que representa una pérdida para el proyecto. Pero que se realiza por tener un costo menor en comparación a tener recursos parados cuando la planificación no se pueda cumplir. (Castillo, 2014)

2.5.11. FLUJOS

Los flujos son las actividades que se encuentran entre los procesos, que consumen tiempo y recursos, pero que no generan valor. Los flujos son tan importantes como los procesos de transformación debido a que no se puede obtener el producto solicitado por el cliente sin realizarlos. Ejemplo de flujos son los transportes, las esperas, el tiempo ocioso, las mediciones, los viajes, las inspecciones, la limpieza, los descansos, entre otros. Los flujos contienen pérdidas, por ello hay que identificarlos, cuantificarlos y crear planes de acción para mantenerlos optimizados.



2.6. LAST PLANNER SYSTEM

2.6.1. ORIGEN

El Last Planner System (LPS), es un sistema de control de la producción que mejora radicalmente el cumplimiento de actividades y la correcta utilización de recursos. Fue desarrollado por Ballard y Howell, fundadores del Lean Construction Institute. Actualmente, está siendo utilizado por cientos de constructoras alrededor del mundo.

El LPS plantea que la brecha entre lo que debería hacerse y lo que finalmente se hizo se puede mejorar significativamente si se obtiene información confiable. Esta información confiable la ofrecen los últimos planificadores (ingenieros de campo, maestros de obra, subcontractistas, jefes de cuadrilla, etcétera). De esta manera se puede visualizar en un plazo intermedio lo que en la práctica se puede hacer, y luego en un plazo inmediato, lo que con certeza se hará.

2.6.2. DEFINICIÓN

El Last Planner System es un sistema de control de la producción, es la técnica por excelencia del Lean Construction. En el castellano se traduce como sistema del último planificador. Su principio de funcionamiento es aumentar el cumplimiento de las actividades programadas mediante la disminución de la variabilidad (incertidumbre asociada a la planificación). Para ello plantea planificar de forma anticipada, tomar decisiones de forma colaborativa y aprender de los errores.

2.6.3. CINCO CONVERSACIONES CRUCIALES

En el sistema tradicional, se realiza una planificación maestra en base a la información del proyecto (expediente técnico) y los objetivos del proyecto (que por lo general los determina la oficina central de la empresa). El error del sistema tradicional es llevar este plan maestro directamente al campo, donde la variabilidad de la industria de la construcción provoca que muy poco de lo planificado realmente se cumpla. Provocando así desperdicios por paralizaciones.

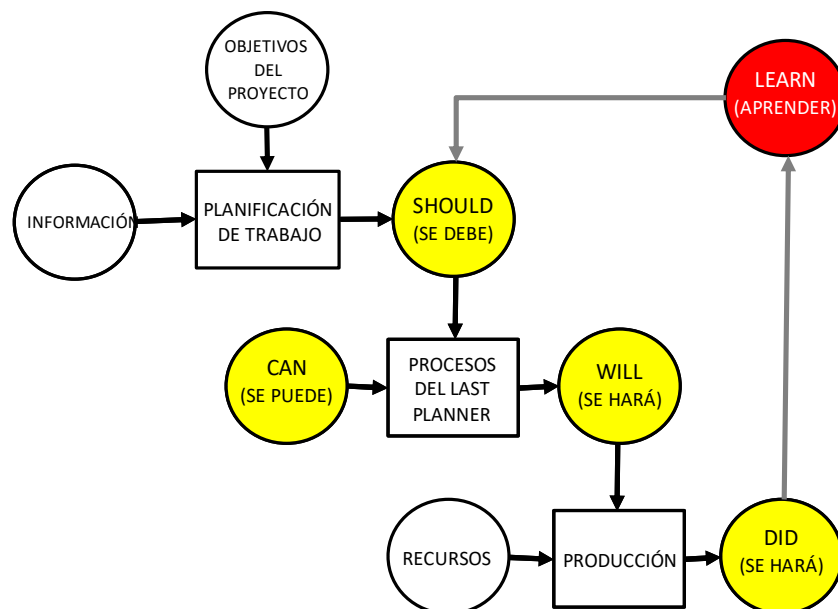


Figura 23: Cinco conversaciones cruciales. Adaptado de Ballard (2000)



La planificación del LPS, parte del plan maestro, de igual manera que el sistema tradicional. Solo que este ha este plan no se le lleva directamente a ejecución, sino que se le hace pasar por los diferentes procesos del LPS.

Lo que el LPS propone es hacer un cruce entre las actividades que se deben hacer (should) y las que se pueden hacer (can), para luego definir lo que realmente se hará (will). Esta planificación es más confiable que la tradicional, trabaja en cascada y a niveles de detalle diferentes. En este sentido el should es un plan más general, mientras que el will es un plan más detallado.

Finalmente, después de ejecutar el will, se realiza una verificación en campo de lo que realmente se hizo (did) y también se realiza una retroalimentación en base a las lecciones que dejaron los errores (learn). Lean Construction llama al should-can-will-did-learn las cinco conversaciones cruciales.

2.6.4. COMPONENTES DEL LPS

La planificación que se hace en el LPS va de lo general a lo específico a medida que se avanza en el tiempo. Esto se hace con ventanas de programación, partiendo de un tradicional plan maestro para toda la obra, la cual nos da hitos de referencia.

Este sistema parte de la tradicional planificación maestra de toda la obra, la cual usa como un referente los hitos. Luego baja a una programación por fases, llamada phase schedule. Ejemplo de estas fases son: movimiento de tierras, obras civiles, instalaciones, obras exteriores, pavimentos, instalaciones mecánicas, equipamiento, entre otros (esto es lo que debería hacerse). Luego se abre una ventana de programación de 3 a 6 semanas (analizando lo que realmente se puede hacer) denominado lookahead. En el LAP es donde se aplica el análisis de restricciones. Finalmente se pasa a una programación semanal (lo que finalmente se hará), que es una programación más confiable por estar libre de restricciones. Una vez ejecutados los trabajos (lo que realmente se hizo) los planificadores son retroalimentados con el porcentaje del plan cumplido (PPC) y con las razones de no cumplimiento (RNC). (Orihuela & Ulloa, 2011)

Es decir que a medida que se avanza en la ejecución del proyecto, se va detallando la planificación según sea la necesidad. En algunos proyectos también realizan una coordinación diaria de la cual se emite un plan diario.

Es una técnica de equipo en la que deben participar el staff de obra y los last planners (últimos planificadores). Los last planners son las últimas personas en la cadena de mando que toman decisiones respecto al orden en que se ejecutarán las actividades del día, por ejemplo: los ingenieros de campo, los maestros de obra, capataces de las especialidades y los jefes de subcontratistas.

Dentro de la técnica del LPS se utilizan los siguientes componentes: el master plan o planificación maestra (PM), phase schedule o planificación por fases (PF), lookahead planning (LAP) o planificación de seis semanas, análisis de restricciones (AR), planificación semanal (PS), planificación diaria (PD), el porcentaje de plan cumplido (PPC) y las razones de no cumplimiento (RNC).



PLAN MAESTRO (PM)

El LPS parte del plan maestro, que es un plan macro del proyecto realizado en base a la información del proyecto y los objetivos del mismo. Se recomienda hacer la PM por hitos, los cuales deben estar sustentados en un tren de actividades, acorde a una sectorización, con cálculos de tiempo basados en metrados y rendimientos lo más reales posibles. El esquema del plan maestro se muestra en la figura 24.

El plan maestro puede realizarse en Project, Excel o Primavera. En la elaboración del plan maestro deben participar profesionales con experiencia en la ejecución de proyectos similares al que se ejecutará, con esto se asegura obtener una correcta estimación de la duración de actividades. El ingeniero de planificación puede apoyarse consultando a los subcontratistas, maestros e ingenieros más experimentados los rendimientos que desconozca.

Es una buena práctica contratar a un staff mínimo un mes antes del inicio del proyecto para que vayan realizando el plan maestro del proyecto antes de iniciar la ejecución. Este staff puede estar conformado por el ingeniero residente, un ingeniero de producción, un ingeniero de oficina técnica, el administrador y el ingeniero de planeamiento. Dependiendo de la envergadura del proyecto, elaborar un plan maestro puede tardar entre 1 a 2 semanas.

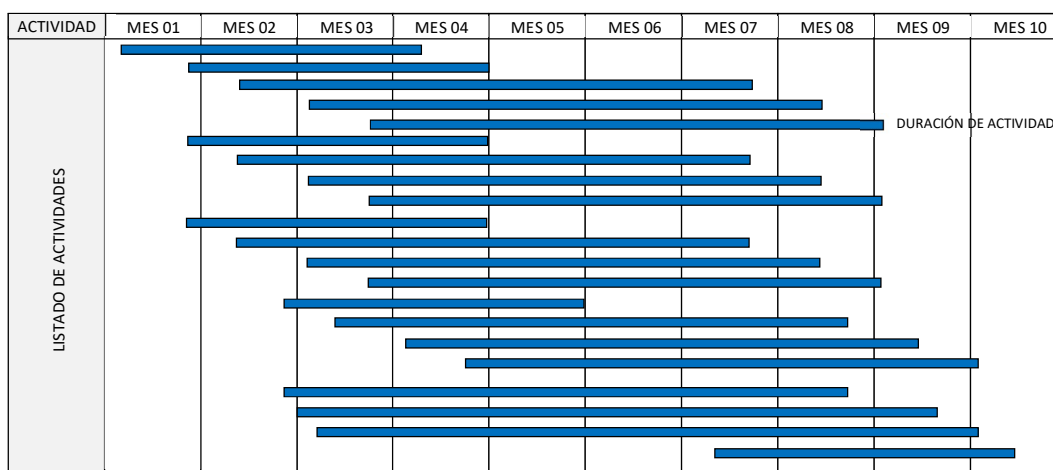


Figura 24: Esquema del plan maestro

PLAN DE FASES (PF)

Este plan abarca todo el proyecto, pero el nivel de planificación es menos detallado que el anterior pues se realiza en base a fases generales en lugar de actividades. Para elaborar el plan de fases se recomienda utilizar la técnica pull planning, en la cual se definirán, en equipo, hitos metas. Es necesaria para esta planificación la participación de los subcontratistas. El esquema del plan de fase se muestra en la figura 25.

El Lean Construction recomienda que se presenten todos los subcontratistas que intervendrán en el proyecto, y sería lo más adecuado que así sea. Sin embargo, en la realidad peruana, los subcontratistas se van definiendo a medida que se avanza en el proyecto. Un ejemplo de esto es que los subcontratistas de pintura y de instalaciones de aire acondicionado no estén definidos cuando en obra se está ejecutando el movimiento de tierras. Este inconveniente puede resolverse, realizando sesiones



pull planning parciales a medida que se van integrando nuevos subcontratistas y/o hacer participar a subcontratistas de confianza con los cuales ya se haya trabajado en proyectos anteriores.

En el plan de fases se colocan los hitos contractuales del proyecto total, y teniendo en cuenta estos se definen hitos metas. Los hitos metas deben ser anteriores a los contractuales. En esta sesión el equipo de proyecto se conoce, se evidencian dependencias entre las diferentes especialidades y se identifican las interferencias más determinantes del proyecto como la llegada de algún insumo crítico, la definición de una especificación en particular, la culminación de un trabajo importante en una fecha determinada, entre otros. A estas dependencias “macro” se opto por llamarlas restricciones de fase, pues se registraron en el PF.

Es conveniente que este plan de fases se mantenga visible en algún lugar de la sala de reuniones a lo largo de todo el proyecto. De esta manera el equipo tendrá presente de forma permanente las fechas metas y las interferencias más críticas de todo el proyecto.

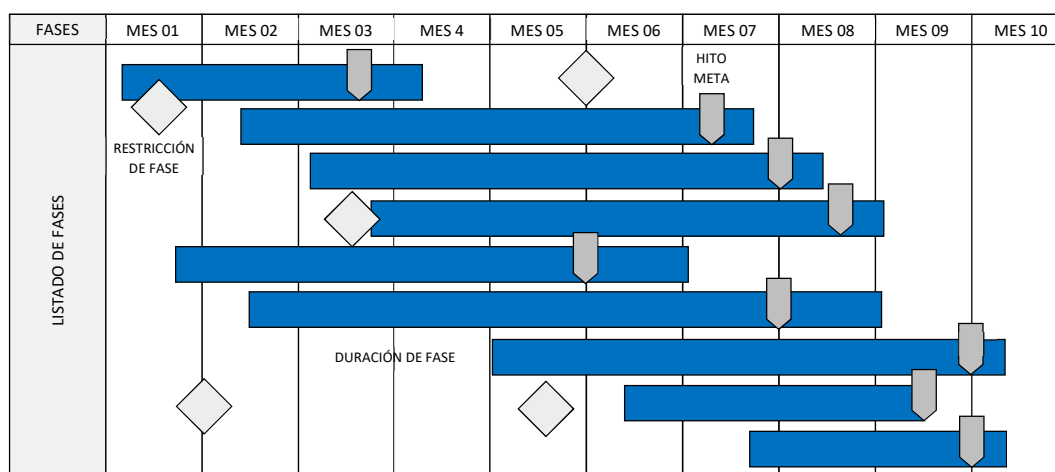


Figura 25: Esquema del plan de fases

Mencionar que el plan maestro y el plan de fases, según las conversaciones cruciales corresponderían al “should”; es decir, a lo que debería hacerse (primera conversación crucial).

LOOK AHEAD PLANNING (LAP)

Look ahead planning se traduce como planificación viendo hacia adelante. Tiene como objetivo visualizar que actividades están por comenzar a fin de poder identificar que recursos serán necesarios para su ejecución e ir adelantando la toma de decisiones. En el LAP se detallarán las actividades que se realizarán en las seis semanas siguientes, aunque se puede escogerse un número diferente de semanas dependiendo del tipo de proyecto y la envergadura.

El LAP debe construirse de forma visual, de tal manera que cualquier miembro del equipo y de cualquier rango pueda visualizarlo y entenderlo. Medios digitales como una hoja de cálculo quedan descartados. Se recomienda usar pizarras acrílicas, papelógrafos y pósits para su elaboración. El esquema del LAP se puede encontrar en la figura 26.

Un ingeniero debe estar encargado de su mantenimiento y constante actualización. A este ingeniero se le conoce como ingeniero de planeamiento Lean o en algunas empresas como Lean Leader.



El LAP se trabaja y actualiza en la reunión semanal de producción. En dicha reunión deben participar todos los miembros del staff de las diferentes áreas y los last planners. Se aconseja que en la reunión haya una agenda predeterminada, un moderador que controle los tiempos y un compair para los asistentes.

Una buena práctica para el LAP es detallar las actividades de la primera semana, y las actividades de las cinco semanas restantes dejarlas con indicadores de inicio y fin. Recordar que el objetivo de visualizar seis semanas hacia adelante es la identificación de restricciones.

En este componente es donde se evidencian las necesidades de pedidos de materiales, herramientas, equipos, solicitudes de personal, consultas al proyectista (request for information, RFI) y todos los demás tipos de restricciones en general.

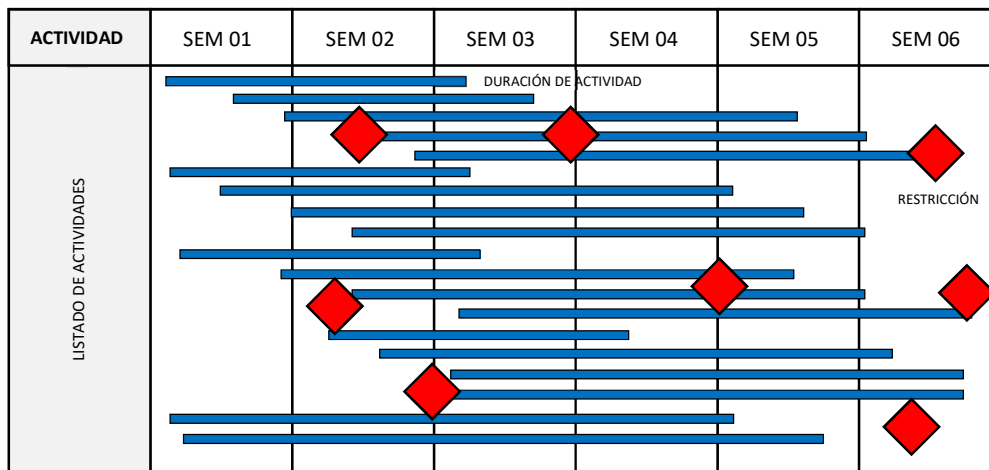


Figura 26: Esquema del Look Ahead Planning



ANÁLISIS DE RESTRICCIONES (AR)

Una restricción es cualquier factor que evita que una actividad se ejecute y está acorde al aseguramiento de los siete flujos principales de la construcción.

Para que el flujo de la construcción sea continuo, es decir para que nunca pare alguna actividad, la cantidad de personal necesario debe estar asegurada; la información debe ser clara; los equipos deben estar disponibles y operativos; los materiales deben estar en obra en la cantidad y calidad solicitada; el trabajo previo debe estar concluido; el espacio donde se realizará las labores debe ser seguro; y cualquier condición externa que pueda detener la normal ejecución de las actividades debe estar asegurada. A estos siete elementos se les conoce como los siete flujos principales de la construcción.



Figura 27: Los 7 flujos principales de la construcción. Adaptado del Capítulo Peruano de Lean Construction.

Si alguno de los siete flujos no está disponible para la ejecución de una actividad, este se convierte en una restricción. Restricción que en su momento se tendrá que levantar. En el AR debe colocarse un código para la restricción, la descripción de la misma, un dueño encargado de levantarla, un plan de acción y una fecha de cumplimiento. Es importante que en este punto el dueño de la restricción sea quien escriba con su propia mano su nombre, plan de acción y fecha de cumplimiento, pues de esta manera se asegura un mayor compromiso.

El AR también debe ser visual, se descarta los medios digitales para su elaboración analítica. Debe ser visible para todos los asistentes en la reunión semanal de producción. Se aconseja utilizar una pizarra acrílica o papelógrafos. El esquema del AR se muestra en la figura 28.

Se acota que el AR puede digitalizarse en una hoja de cálculo después de la reunión, con el objetivo de difundir al equipo las restricciones identificadas. Pero debe hacerse después de la reunión y no durante. Hacerlo de forma digital durante la reunión no permitiría el trabajo colaborativo.

Ejemplo de restricciones del tipo personal son: falta de un ingeniero de calidad miembro del staff, falta de carpinteros para los trabajos de encofrado, renuncia de operarios albañiles, llegada de un laboratorista certificado para pruebas de densidad nuclear, llegada de chofer volquetero, llegada de operador de excavadora, contratación de topógrafo, seguros de los trabajadores, capacitación de trabajos en altura para el personal obrero, capacitación en el uso de dispositivos de seguridad para los obreros, contratación del personal para el turno nocturno, generación de seguro SCTR para



trabajadores, contratación de un prevencionista de riesgo adicional, contratación de un especialista de suelos, entre otros.

Ejemplo de restricciones del tipo información son: definición del color de pintura de los interiores, consultas al proyectista, licencia de construcción, cotización de proveedor, definición de subcontratista de una especialidad determinada, llegada de correo con las especificaciones técnicas de un material para aprobación, diseño de mezcla para asfalto, diseño de mezcla de concreto, pago de alquileres importantes, definición de alcance del contratista principal, definición de alcance de los subcontratistas, aclaración de procedimientos por parte de la oficina central, definición de formato, definición de protocolo, aprobación de trabajos, liberación de actividades por parte de la supervisión, aprobación de material a utilizar por parte de la supervisión, entre otros.

N°	RESTRICCIÓN	PLAN DE ACCIÓN	DUEÑO	FECHA	CHECK
----	-------------	----------------	-------	-------	-------

Figura 28: Formato de análisis de restricciones

Ejemplo de restricciones del tipo equipos son: llegada de volquete de 25 m³, llegada de retroexcavadora, reparación de motoniveladora, llegada de repuesto de grúa móvil, instalación de torre grúa, check list para ingresos de equipos, seguros para equipos, llegada de mezclador de concreto eléctrico, entre otros.

Ejemplo de restricciones del tipo materiales son: llegada de ladrillo pastelero, inicio de fabricación de estructuras metálicas, llegada de concreto premezclado, mover aceros de un lugar a otro, importación del equipamiento, confección de uniformes, entre otros.

Ejemplo de restricciones del tipo trabajo previo son: finalización del corte masivo en determinada área para el almacenamiento de la estructura metálica, preparación de un lugar de acopio para la arena, limpieza del acero de pedestales para la instalación de los pernos de anclaje, retiro de montículos de tierra para la conformación de una subrasante, retiro de andamios para iniciar la pintura, terminación de desvío de desagüe para la demolición de los buzones, desvío de tubería de agua potable para iniciar el corte en determinada avenida, demolición de un edificio para el inicio de excavaciones localizadas, entre otros.

Ejemplo de restricciones de trabajo seguro son: colocación de líneas de vida en losas aligeradas, colocación de cerco provisional a lo largo de todo el proyecto, colocación de señalización en las visas en uso, colocación de señalización en los desvíos, entibados en las excavaciones profundas, colocación de andamios normados para colocación de acero horizontal, utilización de escaleras telescópicas metálicas para las zanjas de determinada profundidades, habilitado de accesos temporales para la edificación, construcción de vías peatonales provisionales, construcción de vestidores provisionales



para los obreros, contratación de baños químicos, control de la polución con cisternas de agua, acopio de desperdicios correctamente señalizados, pasar charla de seguridad, entre otros.

Ejemplo de restricciones del tipo condiciones externas son: huelgas programadas, trabajos de otros proyectos aledaños, eventos del cliente, apoyo a solicitudes de pobladores, reuniones de confraternidad de los trabajadores, entre otros. En las restricciones del tipo condición externa van todas aquellas restricciones que no encajan en las seis categorías anteriores.

Es necesario aclarar que más importante que categorizar a las restricciones, es identificarlas y levantarlas con anticipación para que de esta manera el avance de obra no se vea afectado. El objetivo del LAP y el AR es analizar lo que se pueden hacer: “can” (la segunda conversación crucial).

PLAN SEMANAL (PS)

Del LAP se extraen las actividades que estén libres de restricciones, con estas actividades se realiza el plan semanal. El plan semanal es lo que se hará: “will” (La tercera conversación crucial). El Plan semanal debe ser detallado, con sectores, cuadrillas, metrado meta y de ser posible con horario de ejecución. El esquema del PS se encuentra en la figura 29.

El plan semanal debe difundirse a todos los involucrados en el proyecto, tanto a los ejecutores como a las áreas de soporte: seguridad para que haga sus monitoreos de campo, a la supervisión para que planifique las liberaciones y a calidad para planifique sus controles.

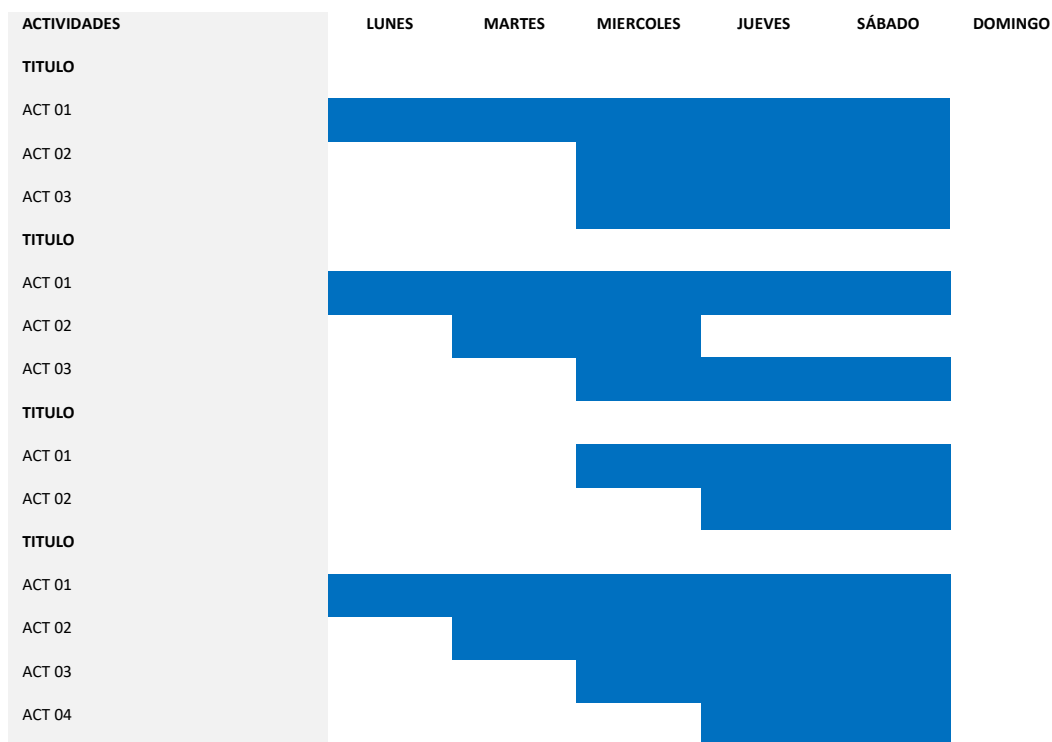


Figura 29: Esquema del plan semanal de producción



PLAN DIARIO (PD)

El plan diario es un detalle y una coordinación de los trabajos que se ejecutarán al día siguiente. Se realiza en una reunión diaria y en base a lo definido en el plan semanal. Al inicio de la jornada, los últimos planificadores revisan cuáles son sus metas del día y al final de la jornada se realiza una verificación para registrar que metas fueron cumplidas. Es vital que las reuniones diarias solo duren 15 minutos como máximo, para no cansar al personal. Y que las reuniones se hagan en una stand-up meeting, es decir todos deben estar de pie mientras la reunión se celebra.

Es importante que el ingeniero de planificación evalúe si en su proyecto amerita tener una reunión diaria, esto dependerá del contexto de la misma. Factores que pueden influir en esta decisión son: la cantidad de subcontratistas participantes, el tamaño del proyecto, la complejidad del proyecto, las distancias a recorrer para poder reunirse, la cultura del equipo y la necesidad de obra.

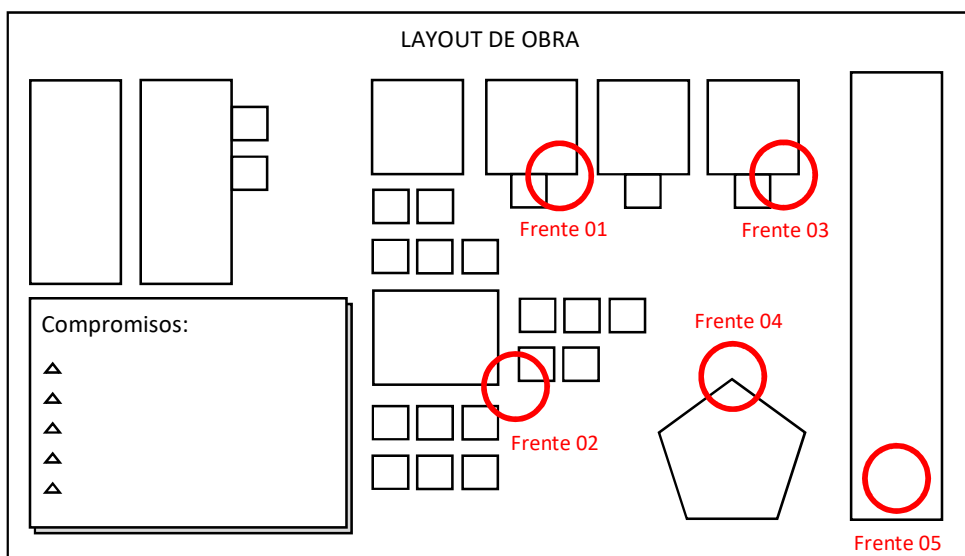


Figura 30: Esquema del plan diario

Para el plan diario puede utilizarse un layout de obra, en el cual se pueda escribir con plumón de pizarra acrílica las coordinaciones de todos los días. De esta manera al día siguiente se podrá borrar y volver a utilizar. Para ello el plano se plastifica forrándolo con cinta de embalaje. El objetivo del plan diario es asegurar, a través de una coordinación diaria, que no haya interferencias entre los diferentes frentes de trabajo que eviten cumplir la meta asumida. El esquema del PD se encuentra en la figura 30.



PORCENTAJE DEL PLAN CUMPLIDO (PPC)

El PPC es un indicador dentro del LPS. El PPC mide el nivel de confiabilidad de la planificación, no mide el avance de obra. Para medir el avance de obra es más conveniente utilizar la curva S. El PPC se interpreta como el grado en el que el staff está cumpliendo sus programaciones semanales.

El PPC se calcula dividiendo las actividades que fueron cumplidas entre las actividades que fueron programadas en una determinada semana. Para calcular el PPC se debe ser muy estricto, no puede computarse como cumplido un sector o actividad que no se terminó al 100%, ni una meta de producción que no llegó al 100%. Para el PPC solo existe SI o NO, cumplido o no cumplido.

El PPC puede calcularse de forma diaria o semanal, el más estricto y recomendado es el cálculo diario. Con los diferentes valores del PPC que se calcularon en las diferentes semanas se puede realizar un gráfico histórico, en la cual se evidencia la confiabilidad de la planificación a lo largo de toda la obra. El esquema del gráfico PPC y la fórmula para calcularlo se muestra en la figura 31.

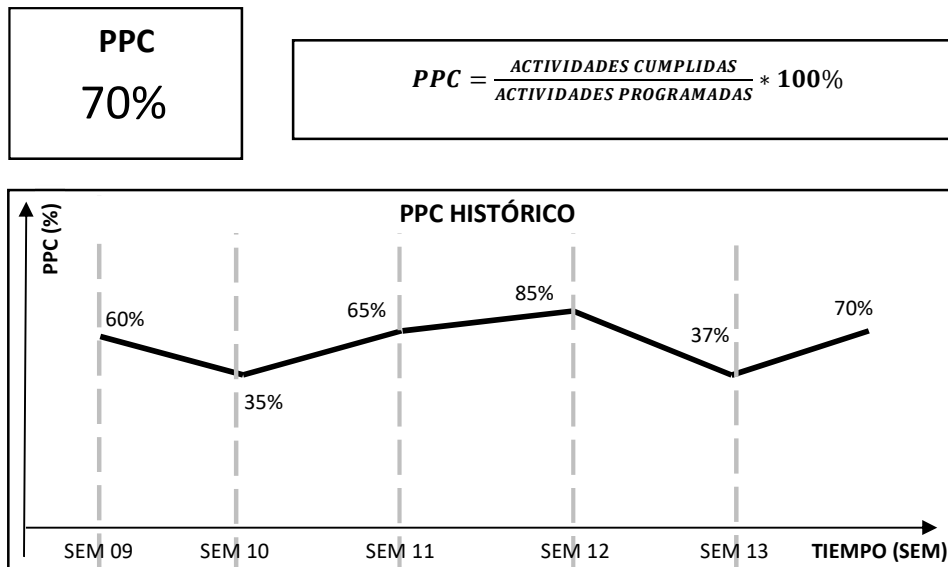


Figura 31: Esquema del porcentaje del plan cumplido



RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO (RNC)

Las RNC son una recopilación de las causas raíces identificadas a lo largo del proyecto. Las RNC deben identificarse cada vez que una actividad planificada no se cumpla y debe realizarse haciendo uso del método de los 5 porqués. En este método a un problema se le pregunta ¿por qué sucedió este problema? para hallar la primera causa; luego a esta primera causa se le pregunta ¿por qué sucedió esta causa? para hallar una segunda causa; luego a esta segunda causa se le vuelve a preguntar ¿por qué? hasta encontrar la causa raíz. Se aproxima que en la quinta pregunta se halla la causa raíz, aunque esto es un promedio y por ningún motivo debe ser restrictivo, la causa raíz de un problema puede hallarse antes o después de la quinta pregunta.

Las razones de no cumplimiento pueden identificarse en la reunión diaria o en la reunión semanal de producción. Las RNC pueden categorizarse en: materiales, equipos, personal, error de programación, falta de frente liberado, ejecución, ingeniería, herramientas, subcontratas, topografía, seguridad, calidad, clientes, administrativo y externos.

N°	PROBLEMA	CAUZA RAÍZ	TIPO	PLAN DE ACCIÓN	RESPONSABLE	FECHA
----	----------	------------	------	----------------	-------------	-------

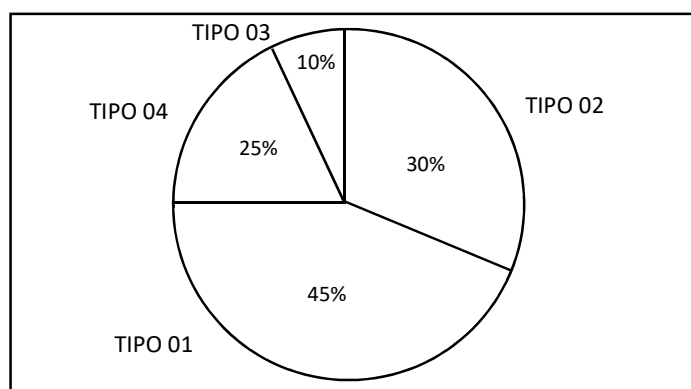


Figura 32: Esquema de las razones de no cumplimiento

El PPC, las RNC y el PS se realizan en una reunión semanal de producción, que puede durar entre 2 a 4 horas y en la cual deben participar el staff y los last planners.



2.6.5. ESQUEMA

Se resumen la técnica del LPS en el siguiente esquema:

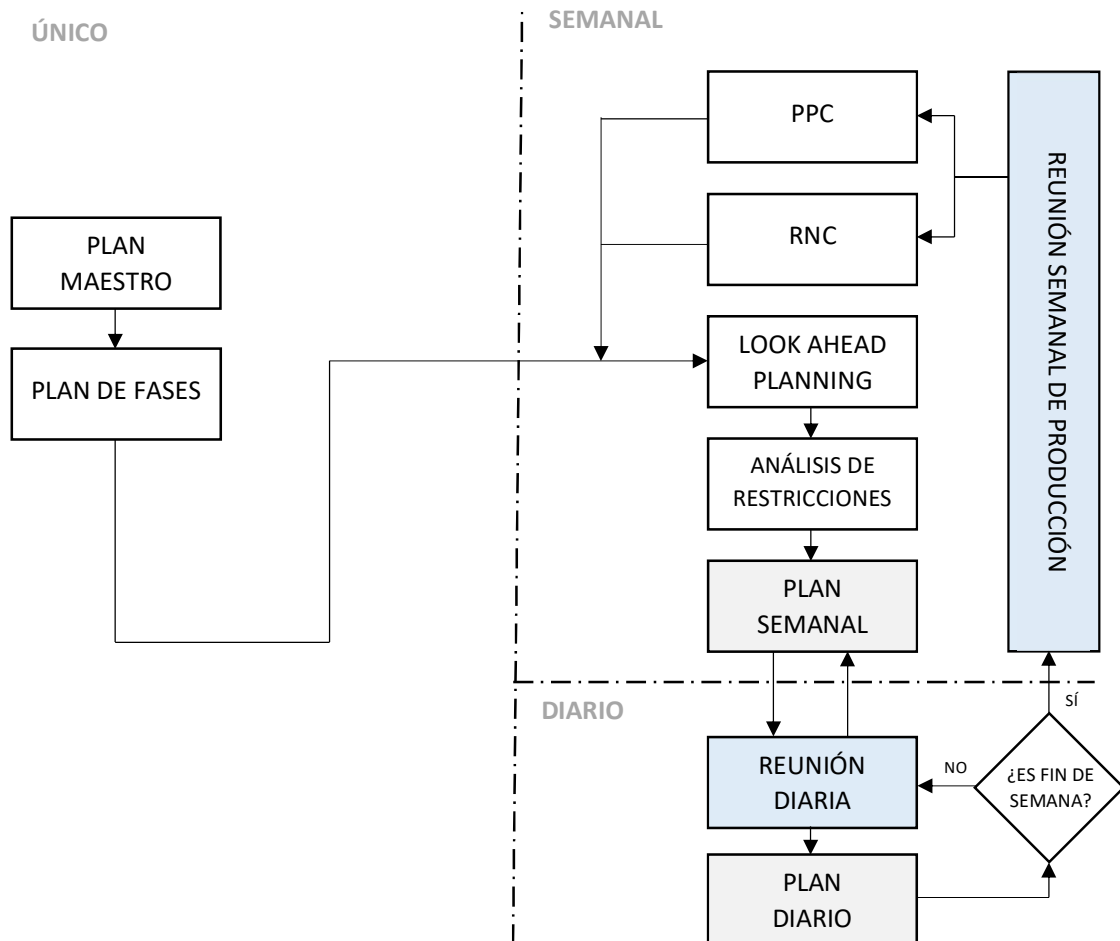


Figura 33: Esquema del Last Planner System

Por último, tener presente que el LPS tiene dos objetivos principales: tomar decisiones de forma anticipada y aprender de los errores. Por lo cual, si en un proyecto constantemente se “apagan incendios” y de forma permanente se repiten los errores, debe concluirse que no se está aplicando el LPS de forma adecuada. Los beneficios de la correcta aplicación del LPS, y por ende de controlar la producción son: utilización eficiente de los recursos, aumento del cumplimiento de actividades programadas, menores tiempos de ejecución, aumento de la productividad, aumento de la utilidad para la empresa, disminución de los tiempos muertos, mejor clima laboral, aumento de la competitividad empresarial, entre otros.



2.7. GESTIÓN DE PROYECTOS

La gestión de proyectos es planificar, organizar, ejecutar, dar seguimiento y controlar todas las actividades y todos los recursos asignados a un proyecto. Esto con el fin de alcanzar el objetivo del proyecto. El objetivo del proyecto depende de tres elementos: alcance, tiempo y costo. El alcance es la definición de lo que incluye y lo que no se incluye dentro del proyecto. El tiempo lo determina un cronograma en el cual debe desarrollarse y culminarse todas las actividades que implicar completar el alcance del proyecto. Y el costo son los recursos económicos con los que se dispondrá para ejecutar a las actividades del proyecto. (Kerzner, 2013)

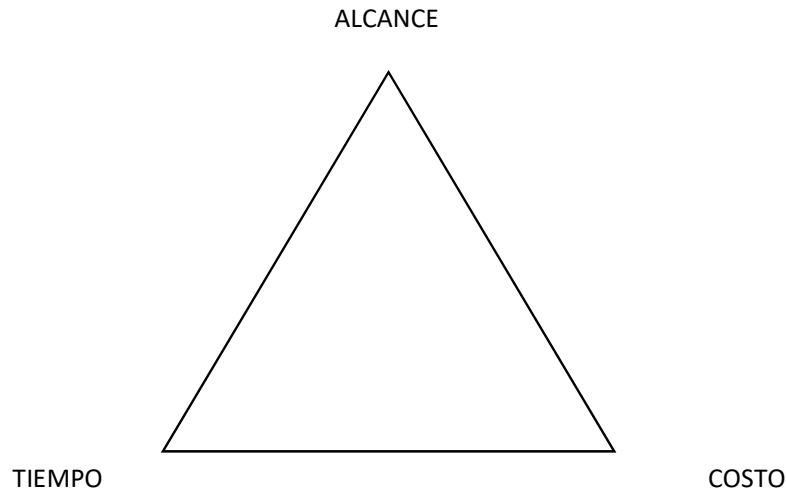


Figura 34: Elementos de un proyecto. Kerzner (2013)

2.7.1. HISTORIA

La gestión de proyectos es una actividad antigua, desde el siglo XIX cuando los estados empezaron a construir megaproyectos como el ferrocarril transcontinental en EEUU. Pasando al siglo XX con los aportes de Frederick Taylor considerado el padre de la administración científica, quien definió que para ser más productivo había que trabajar con más eficiencia en lugar de con más esfuerzo y tiempo. Seguido de Henry Gantt quien con un gráfico de barras e hitos definió la secuencia de tareas a realizarse en un proyecto. Gráfico que no tuvo variaciones por casi 100 años hasta la aparición del MS Project a finales del siglo XX. A mediados del siglo XX apareció los diagramas complejos PERT y el método de la ruta crítica.

La profesionalización de la gestión de proyectos se dio con la aparición del Project Management Institute (PMI) en el año 1969. Sin embargo, desde antes existieron autores y técnicas para gestionar proyectos. Lo que realiza el PMI es una recopilación de las mejores prácticas en dirección de proyectos que se están aplicando en todo el mundo. Estas buenas practicas se plasman en su compendio Project Management Body of Knowledge (PMBOK). El PMP (Project Management Professional) es una certificación profesional para directores de proyecto y el CAMP (Certificate Associate in Project Management) es una certificación técnica para directores de proyecto que el PMI ofrece.

Para el año 2017 el PMI tiene presencia en 175 países, con 33,993 certificados como CAPM, 791,448 certificados como PMP y 5'641,938 copias del PMBOK en circulación. (Randall, 2007)



2.7.2. FINALIDAD

El objetivo de la gestión de proyectos en general es cumplir con el alcance del proyecto dentro del plazo establecido y con los costos presupuestados.

2.7.3. FUNCIONAMIENTO Y REPORTES

En la gestión de proyectos de obras de construcción se puede aplicar diferentes marcos de trabajo, metodologías y filosofías. La forma de trabajo de una empresa dependerá de su cultura organizacional, de su formación en la gestión de proyectos y de sus estándares.

Por lo general lo que realiza cada proyecto es enviar información de control a la oficina central, para una correcta toma de decisiones. La información de control por lo general es sobre costo, tiempo y alcance del proyecto.

En los proyectos de gran envergadura y en los que el presupuesto lo permita, se coloca un gerente de proyecto encima del ingeniero residente. Este gerente de proyecto debe dirigir y coordinar el trabajo de todo el equipo a fin de alcanzar las metas.

En la gestión de proyectos participan todas las áreas, pero es el área de oficina técnica quien realiza los reportes para el seguimiento y control.

Los reportes que se envía para el control de tiempo y costo son la curva S y el resultado operativo. En las empresas que se utiliza el valor ganado, bastará con el gráfico de las tres curvas del método para hacer el control de tiempo y costo. Este grafico puede enviarse semanal, quincenal o mensualmente, dependiendo de la empresa. También puede enviarse un panel de control con diferentes indicadores que la oficina central a determinado como necesarios. Un reporte diario y un reporte semanal son enviados en las empresas donde las buenas practicas del PMI tienen preponderancia.

2.7.4. MÉTODO DEL VALOR GANADO

El método del valor ganado es un método que permite medir el desempeño de un proyecto en base a sus tres líneas base: alcance, tiempo y costo. Es decir, permite comparar el trabajo planificado con el trabajo ejecutado y con la cantidad de recursos previstos para la culminación de dicho trabajo ejecutado.

Con el método del valor ganado se puede saber si el proyecto esta adelantado o atrasado; y si está dentro de los costos presupuestados o ya se excedió.

Como el método trabaja con dos tipos de dimensiones (una de tiempo y otra de costo) es necesario llevar todos los elementos a una misma unidad que los haga comparables. Esta unidad es el dinero.

El método en sí no pertenece al Lean Construction, pero como parte de la cultura organizacional de la empresa participante de la investigación, se seguirá utilizando para analizar de que forma la implementación Lean afecto a sus indicadores.



2.7.5. INDICADOR DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA (SPI)

El SPI es un indicador que compara el avance actual realmente ejecutado con el avance planificado en términos monetarios. Su valor se muestra en porcentaje o decimales.

$$SPI = EV/PV$$

Entiéndase en la formula al PV (planned value en inglés y valor planeado en castellano) como el dinero que se planificó cobrar y gastar a lo largo del proyecto en concordancia a un determinado avance. Cuando se grafica el PV a lo largo de los meses se obtiene la conocida curva S. Y entiéndase al EV (earned value en inglés y valor ganado en castellano) como el dinero que realmente se cobró según el avance actual realmente ejecutado.

Como criterio de valoración para este indicador se debe entender que si el SPI es mayor a uno quiere decir que el proyecto está adelantado en el cronograma, por lo cual existe un buen desempeño. Si el SPI es igual a uno se dice que el proyecto está al día en su programación, también se considera como buen desempeño. Y si el SPI es menor a uno el proyecto está retrasado en su cronograma, existe un mal desempeño. En resumen:

- ✓ Si el $SPI < 1$. El avance del proyecto se encuentra retrasado.
- ✓ Si el $SPI = 1$. El avance del proyecto está al día.
- ✓ Si el $SPI > 1$. El avance del proyecto se encuentra adelantado.

2.7.6. INDICADOR DE DESEMPEÑO DEL PRESUPUESTO (CPI)

El CPI es un indicador análogo al SPI, pero para orientado al presupuesto. Compara el costo planificado para avanzar lo actualmente ejecutado con el costo real de lo actualmente ejecutado. Su valor se muestra en porcentaje o decimales.

$$CPI = EV/AC$$

Entiéndase al AC (actual cost en inglés y costo real en castellano) como el dinero gastado a la fecha para poder avanzar lo actualmente ejecutado.

Como criterio de valoración para este indicador se debe entender que si el CPI es mayor a uno quiere decir que el proyecto está gastando menos de lo que presupuesto, por lo cual tiene un buen desempeño. Si el CPI es igual a uno se dice que el proyecto está dentro de sus costos, lo cual también se considera como un buen desempeño. Y si el CPI es menor a uno el proyecto está gastando más de lo que se había presupuestado, lo cual implica un mal desempeño y una pérdida de utilidad. En resumen:

- ✓ Si el $CPI < 1$. El proyecto está costando más de lo presupuestado y se está perdiendo dinero.
- ✓ Si el $CPI = 1$. El proyecto está costando exactamente lo que se planifico.
- ✓ Si el $CPI > 1$. El proyecto está costando menos de lo presupuestado y se está generando una utilidad extra.



2.8. LOS TIPOS DE TRABAJO

En Lean Construction se divide todos los trabajos realizados en obra en tres tipos:

TRABAJO PRODUCTIVO (TP)

El trabajo productivo es aquel que realizan los obreros en la producción de alguna unidad de construcción, como la colocación de la armadura de refuerzo, el vaciado del concreto, asentado de ladrillos en muros, colocación de tuberías, compactación del terreno, etcétera.

TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)

El trabajo contributivo son aquellas labores de apoyo necesarias para poder realizar el trabajo productivo, como por ejemplo los transportes de materiales, mediciones previas, armado de andamios, etcétera.

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO (TNC)

El trabajo no contributivo se define como cualquier otra actividad realizada por los obreros y que no corresponde al TP ni al TC. Implica un tiempo que no se aprovecha y por lo tanto se le considera pérdida pura. Ejemplo de estos son los tiempos dedicados a esperas, tiempo ocioso, reprocesos, descansos, etcétera. (Botero & Álvarez, 2003)

Para medir los diferentes tipos de trabajo en obra se utiliza un indicador llamado nivel general de actividad que se consigue al utilizar la herramienta muestreo de trabajo.

Como criterio de valoración para este indicador se resumen que:

- ✓ Si el TP es mayor. Entonces el tiempo dedicado a trabajos productivos está en aumento, lo cual incrementa la productividad y mejora el desempeño.
- ✓ Si el TC es menor. Entonces el tiempo dedicado a trabajos contributivos está disminuyendo, lo cual incrementa la productividad y mejora el desempeño.
- ✓ Si el TNC es menor. Entonces el tiempo dedicado a trabajos no contributivos está disminuyendo, lo cual incrementa la productividad y mejora el desempeño.



Figura 35: Formato para el muestreo de trabajo

El trabajo productivo (TP) se cuantifica en un solo valor (P). El trabajo contributivo (TC) se puede clasificar en: mediciones y lectura de planos (M); transporte (T); limpieza (L); recibir y dar instrucciones (I) y otros contributivos (X). El trabajo no contributivo (TNC) se puede clasificar en: esperas (E); tiempo ocioso (O); descanso (D); necesidades fisiológicas (N); viajes (V); trabajo rehecho (R) y otros no contributivo (Y).

Para ejecutarlo la persona que realizará el muestreo debe recorrer el total de la obra o pararse en un lugar fijo donde se visualice el mayor número de obreros que le sea posible. Cada vez que el muestreador se tope visualmente con un obrero, deberá apuntar de qué cuadrilla es, si es que está realizando algún TP, TC o TNC y dentro de estos dos últimos, especificar la clasificación del mismo de acuerdo con lo descrito en el párrafo anterior.

Utilizar la técnica de pararse en un lugar fijo y tomar medidas desde allí se recomienda en la fase de cimentación o cuando se disponga de una zona elevada y segura donde ubicarse. Recorrer todo el proyecto se recomienda, cuando el edificio se encuentre en los pisos superiores o cuando el área de proyecto sea extensa. Los recorridos por el proyecto deben hacerse con extremo cuidado y prestando mucha atención al entorno. Siempre siguiendo las recomendaciones del área de seguridad.

Al resultado del muestreo de trabajo se le conoce como el nivel general de actividad. Finalmente, se hará el tratamiento de datos a través de la estadística.

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

FECHA	16-Ene-17	
HORA INICIO	10:00:00 a.m.	
HORA FIN	11:12:00 a.m.	
Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio Cuadrilla
TP	108	27.0%
P Trabajo productivo	108	27.0%
TC	113	28.3%
T Transporte	35	8.8%
M Mediciones	11	2.8%
I Recibir/dar instrucciones	19	4.8%
L Limpieza/ordenar	28	7.0%
X Otros X	20	5.0%
TNC	179	44.8%
V Viajes	18	4.5%
O Tiempo ocioso	33	8.3%
E Esperas	90	22.5%
R Trabajo rehecho	25	6.3%
D Descanso	8	2.0%
B Necesidades fisiológicas	1	0.3%
Y Otros Y	4	1.0%
Trabajo productivo	108	27%
Trabajo contributivo	113	28%
Trabajo no contributivo	179	45%

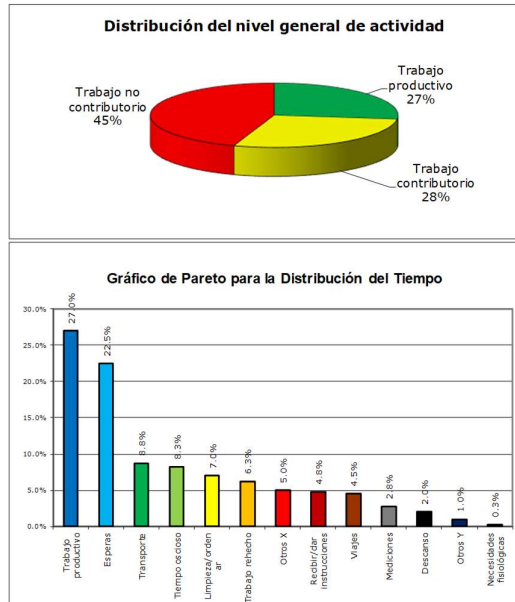


Figura 36: Ejemplo de nivel general de actividad. Adaptado del Capítulo Peruano de Lean Construction Institute.



2.9.2. VALUE STREAM MAP

El value stream map (VSM) en castellano se traduce como mapeo de la cadena de valor. El value stream map coincide con el segundo principio del Lean thinking. Se realiza para un procedimiento constructivo en específico, en el cual se grafican las tareas, las esperas, el flujo de material, el flujo de información, los inventarios, los proveedores y las decisiones. Esto puede realizarse con póliz o plumones en una pizarra y acorde a la simbología de la figura 37.

El value stream map permite entender a cabalidad el procedimiento constructivo analizado, ver zonas de potencial mejora y replantear el proceso de forma más eficiente. Esta labor debe hacerse en equipo y con la participación de todos los que estén involucrados en dicho proceso. Este value stream map también puede utilizarse para la difusión de los procedimientos específicos de trabajo que el área de seguridad exige.

Se recomienda antes de realizar una carta balance, realizar un value stream map del proceso a trabajar. Esto permitirá tener claro todos los pasos que lo componen y definir a qué categoría de trabajo pertenece cada paso (TP, TC y TNC).

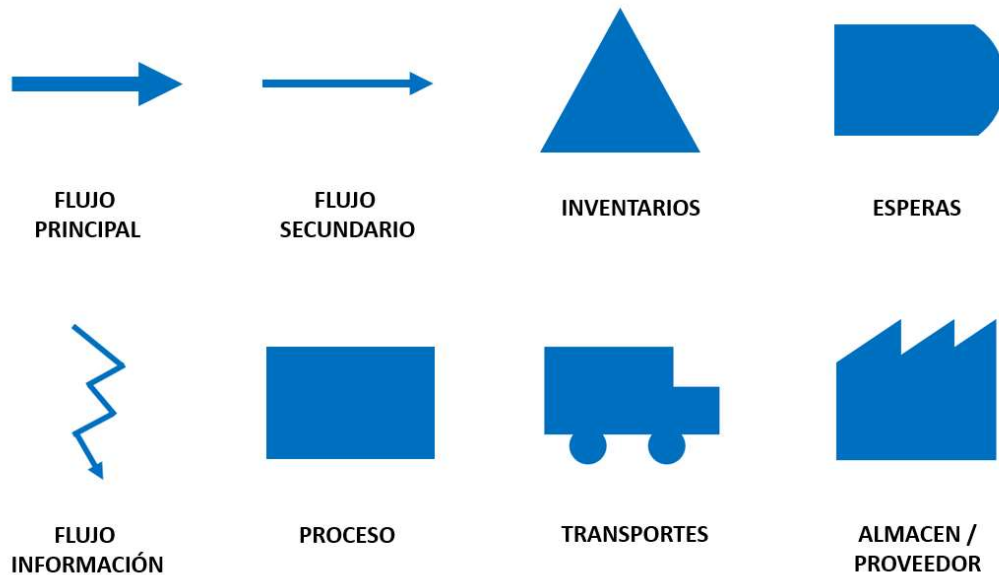


Figura 37: Simbología para la elaboración de un value stream map. Adaptado del Capítulo Peruano de Lean Construction.



2.9.3. CARTA BALANCE

La carta balance (CB) es una herramienta en la cual se mide minuto a minuto la labor de una cuadrilla en particular y se divide su labor en tiempo invertido en trabajo productivo (TP), trabajo contributivo (TC) y trabajo no contributivo (TNC). A su vez, en la medición se observa que dificultades está teniendo la cuadrilla y el proceso, para plantear luego acciones de mejora. Permite realizar un dimensionamiento correcto de cuadrillas.

FORMATO DE CARTA BALANCE										
Proyecto: _____					Partida: _____					
Hora Inicio: _____			Hora Fin: _____			Fecha: _____				
Muestreador: _____										
N°	Obrero 1	Obrero 2	Obrero 3	Obrero 4	Obrero 5	Obrero 6	Obrero 7	Obrero 8	Obrero 9	Obrero 10
0										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										

Figura 38: Formato de carta balance

Las mediciones con carta balance las debe hacer un muestreador, este puede ser el Lean Leader, un ingeniero de producción o un recién egresado adecuadamente capacitado. Se recomienda que las mediciones sean cada medio minuto o cada minuto según evaluación previa. Es necesario que las mediciones se realicen hasta tener un mínimo de treinta minutos o hasta que la cantidad de mediciones hayan permitido visualizar dos ciclos completos del proceso. Las mediciones se hacen desde un punto fijo.

El muestreador se debe presentar a la cuadrilla de trabajo que está midiendo para evitar cualquier incomodidad de los trabajadores y para poder registrar sus nombres en el formato. Es necesario que el muestreador esté ubicado en un lugar seguro y que su presencia no retrase ninguna actividad de la cuadrilla en estudio.

Se presenta un ejemplo de resultados de carta balance. Como se puede observar, se puede ver la distribución del tiempo invertido en cada tipo de trabajo por cada trabajador. Estos resultados



permiten ver la eficiencia de cada trabajador de forma específica. También permiten evidenciar si la cuadrilla está bien o mal dimensionada, dependiendo de la cantidad de trabajo contributivo o no contributivo que muestren las estadísticas. Los operarios deberían tener un alto porcentaje de trabajo productivo y los ayudantes un alto contenido de trabajo contributivo. Una cuadrilla bien dimensionada y con trabajadores eficiente tiene un bajo porcentaje de trabajo no contributivo para todos los integrantes de su cuadrilla independientemente de la categoría del trabajador.

Trabajo Productivo	
1	Humedecer Pared
2	Colocar puntos
3	Colocacion de adherente de a/c
4	Pañeteo
5	Regleado
6	Frotachado
7	Gruñado
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

Trabajo Contributivo	
M	Mediciones
T	Transportes
L	Limpieza
I	Inspección, Recibir/Dar instrucciones
X	Otros X
X1	Limpieza y escarificado
X2	Armado de andamios
X3	Acarreo de agua
X4	Acarreo de material (ceento y agragado)
X5	Preparar mezcla
X6	Recojo de mezcla
X7	
X8	
X9	
X10	

Trabajo No Contributivo	
E	Esperas
O	Tiempo ocioso
D	Descanso
N	Necesidades Fisiologicas
V	Viajes
R	Trabajos rehechos
Y	Otros Y
Y1	
Y2	
Y3	
Y4	
Y5	
Y6	
Y7	
Y8	

		Operario Luis	Operario Cesar	Operario Juan
00:01	N°			
09:34	1	1	1	X
09:35	2	1	1	X
09:36	3	X1	X1	X1
09:37	4	1	X1	
09:38	5	1	X1	1
09:39	6	X1	X1	1
09:40	7	D	X1	X1
09:41	8	X1	D	M
09:42	9	X1	1	X
09:43	10	1	1	I
09:44	11	E	1	2
09:45	12	1	I	1
09:46	13	1	T	2
09:47	14	E	E	1
09:48	15	E	T	X3
09:49	16	1	1	1
09:50	17	X3	1	1
09:51	18	X3	1	V
09:52	19	E	1	E
09:53	20	E	T	V
09:54	21	1	1	1
09:55	22	X1	X1	
09:56	23	1	1	
09:57	24	X1	1	
09:58	25	X1	1	
09:59	26	1	1	
10:00	27	1	1	
10:01	28	1	1	T
10:02	29	E	1	
10:03	30	X1	1	
10:04	31	X1	1	
10:05	32	X1	1	
10:06	33	X1	X1	
10:07	34	1	2	
10:08	35	E		
10:09	36			
10:10	37	E		E
10:11	38		E	
10:12	39			
10:13	40	1		
10:14	41	E		
10:15	42	T	T	
10:16	43	T	I	
10:17	44	X3	1	

Obra	CEMAE
Actividad	TABLAJO DE MUROS EXTERIORES
Fecha	27/03/2017

CEMAE - AREQUIPA

GRAFICOS DE CARTA BALANCE

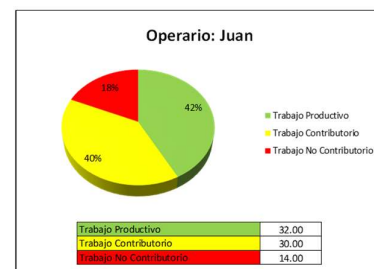
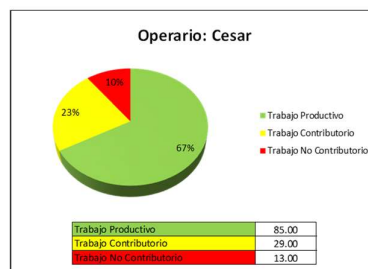
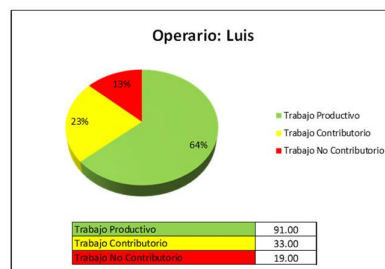




Figura 39: Ejemplo de resultados de carta balance. Adaptado del Capítulo Peruano de Lean Construction Institute.

2.9.4. GO TO GEMBA

Go to gemba (GTB) se traduce como ir al campo a observar. Consiste en dar un recorrido por la obra con los tomadores de decisiones que normalmente no están tanto tiempo en campo a comparación de los ingenieros de producción y los maestros. Se aconseja que participen el gerente de proyecto, el residente, ingeniero de producción, jefe de producción, ingeniero de oficina técnica, ingeniero de costos, ingeniero de planeamiento, el maestro o una combinación de estos.

Para su ejecución se lleva un formato con los ocho tipos de desperdicios impreso al campo y se empieza a identificar la presencia de alguno de los tipos de desperdicios. Estos desperdicios se registran en el formato de forma manual, debe haber un responsable para tal labor.

Luego, en la sala de reuniones se escriben los problemas identificados en una pizarra para que entre todos y de forma colaborativa se identifiquen las causas raíces y se propongan ideas para eliminar los desperdicios o en su defecto disminuirlos. Los ocho tipos de desperdicios son: esperas, exceso de inventario, movimientos innecesarios, retrabajos, transporte innecesario, sobreproducción, sobreprocesamiento y el talento mal empleado. Hay que ser muy observadores para poder identificar el desperdicio, porque no es fácil al inicio.

Esta herramienta, ayuda a aumentar la productividad general, disminuye las horas muertas, el encofrado muerto y las horas máquina paradas. También ayuda a los ingenieros del proyecto a tomar decisiones más acertadas, mejorar la calidad de los trabajos y la seguridad en los diferentes frentes.

LOGO	GO TO GEMBA					CH04 VER. 03
PROYECTO:	CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO DEL EJERCITO					
CLIENTE:	EJERCITO DEL PERU					
No	Tipo de desperdicio	Desperdicio observado	Causa identificada	Plan de acción para mejorar	Responsable	Check
1	Transporte					
2	Inventario					
3	Movimientos					
4	Esperas					
5	Sobreproducción					
6	Sobreprocesamiento					
7	Trabajos rehechos					
8	Talento mal empleado					

Figura 40: Formato de go to gemba



2.10. GESTIÓN DE LA CALIDAD

La gestión de la calidad tiene como propósito asegurar que el producto final se culmine según la solicitud del cliente y evitar los costos de no calidad en el proceso. Un costo de no calidad hace referencia a los gastos en los que se incurre por reparar o rehacer un producto por no haberlo hecho bien en la primera oportunidad. (Alfaro, 2008)

Los costos de no calidad tienen como causa a los retrabajos, los trabajos incompletos, los trabajos ejecutados con materiales que no cumplen las especificaciones técnicas, trabajos que no pasan una determinada prueba y los trabajos que deben rehacerse por completo.

2.10.1. HISTORIA

La calidad remonta sus orígenes a la aparición del hombre. Desde el código de Hammurabi que en su capítulo CCXXIX (año 2150 a.C.) describía como proceder con el responsable de una mala construcción, pasando por las pinturas egipcias donde se aprecia a inspectores revisando la perpendicularidad de un bloque de piedra (año 1450 a.C.).

En las épocas más modernas se pasa por el siglo XVIII donde el francés Honoré Le Blanc desarrollo un sistema de fabricación con partes intercambiables, esto dio origen a la normalización de piezas.

En el siglo XX aparece Henry Ford con su modelo T y la introducción de la producción en cadena. Se da en este contexto la definición de calidad como conformidad del producto respecto a las especificaciones previamente definidas. Se determina por observación si un producto es aceptable o no al final de la producción.

Luego, en EEUU Frederick Taylor con su administración científica crea los departamentos de inspección, o también llamados departamento de control de calidad.

Luego, Walter A. Shewart a partir de 1920 inició el perfeccionamiento de control de calidad, al agregar métodos estadísticos ya no solo al producto final sino al proceso.

Posterior a esto se crean los departamentos de aseguramiento de la calidad. Que son el conjunto de acciones planificadas y sistematizadas ejecutadas para que el producto cumpla los requisitos de calidad.

Después de la segunda guerra mundial, entran en escena Joseph Juran y Edwards Deming. Creándose así el concepto de control de la calidad total. Incluyéndose en este modelo la satisfacción del cliente como factor clave.

2.10.2. FINALIDAD

El objetivo de la calidad es asegurar que el producto final satisfaga las necesidades del cliente, tanto explícitas como implícitas.



2.10.3. FUNCIONAMIENTO Y REPORTES

El área de calidad realiza las siguientes funciones: aseguramiento de la calidad, control de calidad y gestión de calidad.

El área de calidad formula y emite no conformidades cuando detecta un error. También formula los protocolos de liberación con la supervisión de obra, en los cuales la supervisión revisa la correcta ejecución de los trabajos a medida que se avanza en la obra. El área también se encarga de revisar que los materiales utilizados en obra cumplan con las especificaciones exigidas en el expediente técnico. También solicita y recepciona los certificados de calidad de los materiales principales a fin de anexarlos a la valorización de obra. Al finalizar el proyecto, se realiza un dossier de calidad el cual debe anexarse a la liquidación de obra y posteriormente entregarse al cliente.

2.10.4. NO CONFORMIDADES DE OBRA

Una no conformidad es aquella notificación en formato estándar, que se le entrega al área de producción en evidencia de un mal trabajo. En específico las no conformidades se emiten cuando hay errores de calidad en obra, en cualquiera de las especialidades.

Se le conoce como no conformidades internas (NCI) a las que el contratista emite para sus subcontratistas o para sí mismo. Estas NCI son emitidas por el área de calidad del contratista. Luego de emitirse la no conformidad se recomienda realizar un análisis de causa raíz para detectar que genere el error. Posteriormente hay que emitir un plan de acción para evitar que la observación se vuelva a repetir y finalmente difundir a todo el equipo las medidas preventivas a tomar.

Por otro lado, una no conformidad externa (NCE) es aquella que la supervisión emite al contratista. Tiene el mismo tratamiento que la no conformidad interna y de no levantarse en el plazo puede implicar penalidad para la contrata. En teoría a mayor número de no conformidades internas se tendrá un menor número de no conformidades externas. Pero esto solo ocurrirá si el propio staff pone en práctica las medidas correctivas planeadas después del análisis de causa raíz de cada no conformidad.

Como criterio de valoración para este indicador se resumen lo siguiente:

- ✓ Si las NCI aumentan, entonces el staff y subcontratistas no han tomado conciencia y no están implementando las medidas correctivas planeadas. Por lo cual las observaciones de calidad siguen apareciendo y se provoca un desmedro en el desempeño del proyecto.
- ✓ Si las NCI disminuyen, entonces el staff y subcontratistas han tomado conciencia y sí están implementando las medidas correctivas planeadas. Por lo cual las observaciones de calidad dejan de aparecer y se produce una mejora el desempeño del proyecto.
- ✓ Si las NCE aumentan, entonces el staff no ha tomado conciencia y no está implementando las medidas correctivas planeadas. Por lo cual las observaciones de calidad siguen apareciendo y se provoca un desmedro en el desempeño del proyecto.
- ✓ Si las NCE disminuyen, entonces el staff ha tomado conciencia y sí está implementando las medidas correctivas planeadas. Por lo cual las observaciones de calidad dejan de aparecer y se produce una mejora el desempeño del proyecto.



2.11. GESTIÓN DE SEGURIDAD

La gestión de la seguridad tiene como propósito asegurar el bienestar de los trabajadores en sus aspectos social, económico y mental mientras se está ejecutando el proyecto.

No llevar una adecuada gestión de la seguridad puede provocar costos de paralización de frente, material sin utilizar, horas hombre improductivas, gastos médicos y principalmente costo de vida humana.

Actualmente el área de seguridad en las obras tiene la denominación de área de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente (SSOMA) como un área más integral y completa.

2.11.1. HISTORIA

En el año 1964 en el Perú se emitió la primera norma en materia de seguridad: decreto supremo 42-f, primer reglamento en seguridad industrial.

Luego en el año 2001 se da el primer intento por normar la prevención de riesgos laborales y salud en el trabajo. Para lo cual se formó una comisión multisectorial entre diversos ministerios como del trabajo, vivienda, energía, agricultura, entre otros.

En el año 2005 se dictamina la directiva 005-2009 MTPE/2/11.4 que incorpora la actual norma técnica G-050, norma sobre seguridad durante la construcción del RNE.

Finalmente, el 20 de agosto del año 2011 se publica la ley 28783: ley de seguridad y salud en el trabajo.

2.11.2. FINALIDAD

El objetivo de la gestión de seguridad es disminuir los accidentes laborales y salvaguardar la integridad de los trabajadores.

2.11.3. FUNCIONAMIENTO Y REPORTES

El área inicia un proyecto realizando su plan de seguridad. Este plan demora en elaborarse 15 días aproximadamente, aunque dependerá de la envergadura de la obra y las políticas de la empresa.

En el plan de seguridad se definen los objetivos, el alcance del plan, la aplicación del sistema, las responsabilidades, los procedimientos, los formatos, las capacitaciones, la gestión social, la gestión ambiental, la gestión de riesgos y los indicadores.

Los indicadores utilizados por el área de seguridad son el índice de frecuencia, el índice de gravedad y el índice de accidentabilidad.

El área de seguridad realiza una charla diaria de 5 min en obra, en la cual hace participar a todos los ingenieros del proyecto como expositores por turno. También realiza un cronograma de capacitaciones integrales, mínimo 4 por año. Y realiza el informe mensual de seguridad para la valorización con el cliente.



2.11.4. ÍNDICE DE FRECUENCIA

El índice de frecuencia es un número que proyecta cuantos accidentes va a tener la obra al trabajar “k” horas. El IF se calcula dividiendo la cantidad de accidentes habidos en un periodo de tiempo entre las horas hombre trabajadas en ese periodo de tiempo, multiplicado por un factor constante.

$$IF = \frac{N^{\circ} \text{ de accidentes}}{\text{Horas hombre trabajadas reales}} * K$$

Por lo general se calcula de forma mensual, y luego se calcula un acumulado anual. En el Perú el valor k es de 200 000 horas hombre según la norma G-050. El número k viene del investigador Julián Pérez Osha. Quien realizó un estudio de accidentalidad en Estados Unidos con empresas que contaban con 100 trabajadores, que laboraban de lunes a viernes, 8 horas a la semana, durante 50 semanas al año (2 de vacaciones). Dando como total $k = 100 \times 5 \times 8 \times 50 = 200\,000$ horas. Ese valor fue tomado como referencia y quedo estandarizado.

Como criterio de valoración para este indicador se resume lo siguiente:

- ✓ Si el IF aumenta, entonces la cantidad de incidentes y accidentes con tiempo perdido está aumentando, lo cual es algo negativo para el bienestar de los trabajadores y provoca un desmedro en el desempeño.
- ✓ Si el IF disminuye, entonces la cantidad de incidentes y accidentes con tiempo perdido está disminuyendo, lo cual es algo positivo para el bienestar de los trabajadores y provoca una mejora en el desempeño.

2.11.5. ÍNDICE DE GRAVEDAD

El índice de gravedad (IG) muestra las incapacidades que los accidentes están generando en la obra (incapacidades cortas y largas). El IG se calcula dividiendo el número de días perdidos por accidentes en un periodo determinado de tiempo entre el número de horas hombre trabajadas reales en el mismo periodo multiplicado por una constante k. Para el IG la constante k también es 200 000 horas hombre. El IG se calcula de forma mensual y luego se realiza un acumulado anual.

$$IG = \frac{N^{\circ} \text{ días perdidos}}{\text{Horas hombre trabajadas reales}} * K$$

Cuando hay un accidente fatal debe añadirse 6000 días perdidos al cálculo del índice de gravedad.

Como criterio de valoración para este indicador se resume lo siguiente:

- ✓ Si el IG aumenta, entonces la gravedad de los accidentes está aumentando, lo cual es algo negativo para el bienestar de los trabajadores y provoca un desmedro en el desempeño.
- ✓ Si el IG disminuye, entonces la gravedad de los accidentes está disminuyendo, lo cual es algo positivo para el bienestar de los trabajadores y provoca una mejora en el desempeño.

2.11.6. ÍNDICE DE ACCIDENTABILIDAD

El índice de accidentabilidad (IA) se calcula multiplicando el índice de frecuencia anual multiplicado por el índice de gravedad anual dividido entre 200.



Este índice muestra de forma más adecuada el comportamiento de la seguridad de obra porque ya contiene a los dos indicadores anteriores.

$$IA = \frac{IF * IG}{200}$$

Estas fórmulas y valores constantes están acorde a la norma G-050, norma de seguridad durante la construcción, que es parte del reglamento nacional de edificaciones (RNE).

Como criterio de valoración para este indicador se resume lo siguiente:

- ✓ Si el IA aumenta, entonces la seguridad durante la construcción está empeorando, lo cual es algo negativo para el bienestar de los trabajadores y provoca un desmedro en el desempeño.
- ✓ Si el IA disminuye, entonces la seguridad durante la construcción está mejorando, lo cual es algo positivo para el bienestar de los trabajadores y provoca una mejora en el desempeño.



CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3.1. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. HIPÓTESIS GENERAL

El desempeño de la construcción sí mejora cuando se implementa Lean Construction en el control de la producción, en una obra de infraestructura aérea en Arequipa, Perú, en el año 2017.

3.1.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- ✓ Los indicadores de gestión de obra sí mejoran al implementar Lean Construction en el control de la producción.
- ✓ Los indicadores de producción sí mejoran al implementar Lean Construction en el control de la producción.
- ✓ Los indicadores de calidad sí mejoran al implementar Lean Construction en el control de la producción.
- ✓ Los indicadores de seguridad sí mejoran al implementar Lean Construction en el control de la producción.

3.2. VARIABLES

3.2.1. DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES

3.2.1.1. CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

El control de la producción es el conjunto de actividades, técnicas y métodos utilizados para determinar cómo será ejecutado un pedido; es decir, define el orden de prioridad con el que se desarrollaran las actividades de producción.

Un ejemplo sencillo ayudará a entender este concepto. Todas las personas tienen un plan maestro de lo que desean lograr cierto día, semana, mes, año, etcétera; esto es planificación. Cuando el día o tiempo planificado inicia, se comienza a poner en ejecución de los planes correspondientes. A medida que se presenten acontecimientos y factores no previstos, las personas se verán obligadas a cambiar el orden de prioridad en la realización de las actividades que se estableció en el plan inicial. El control del orden de prioridad con el que se ejecutan las tareas es una necesidad que todos deben enfrentar cada cierto tiempo. A esto se le conoce como control de la producción. (Chapman, 2006)

El control de la producción es la variable independiente en esta investigación. El valor de esta variable dependerá del sistema de control de la producción empleado, pudiendo ser el sistema tradicional o el sistema Lean Construction. En el sistema tradicional la producción estará basada en la teoría de procesos y en la ausencia de la filosofía Lean Construction. En el sistema Lean Construction la producción se basará en tres teorías: procesos, flujos y generación de valor.

El control de la producción permite planificar los procedimientos constructivos a ejecutarse en el día a día, ejecutarlos y darles seguimiento. De tal manera que si en la ejecución hay una desviación a lo planificado y/o se presenta el caso de que no se podrá ejecutar lo planificado, se pueda tomar las acciones pertinentes para ajustar la producción y la planificación. Todo esto con la finalidad de alcanzar los objetivos del proyecto. Este ajuste de la planificación es dinámico y constante en el sistema Lean.



3.2.1.2. DESEMPEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN

El desempeño de la construcción es el nivel de desarrollo que la obra está teniendo en su ejecución, en relación con los objetivos deseados. Nos indica que tan bien está siendo ejecutada la obra y nos sirve para proyectar qué resultados se tendrá al final.

El grupo de trabajo para la construcción presidido por sir John Egan, afirmo en su reporte de la construcción para el primer ministro del Reino Unido, John Prescott; que para que el sector de la construcción crezca debe haber el compromiso de medir el desempeño de la construcción y compartir los resultados con la industria en general. Y también recalcó la importancia de que las empresas extiendan los beneficios de un mejor desempeño a sus clientes. (Egan, 1998)

El desempeño de la construcción es la variable dependiente en esta investigación. Esta variable se mide en base a indicadores. Como variable, tiene diferentes dimensiones, por lo cual para poder cuantificarla uno debe apoyarse en los indicadores de cada dimensión. Para la presente investigación se tendrá en cuenta las siguientes dimensiones: gestión, producción, calidad y seguridad.

En la dimensión de gestión los indicadores serán el desempeño del cronograma (en inglés schedule performance index, SPI) y el desempeño del presupuesto (en inglés cost performance index, CPI). El SPI y CPI forman parte del método del valor ganado y no de Lean Construction. Sin embargo, se hizo uso de estos indicadores para evidenciar como la implementación Lean afectaba al desempeño del cronograma y del presupuesto.

En la dimensión de producción se considerará el porcentaje de tiempo dedicado a realizar actividades productivas (P), mediciones (M), transportes (T), viajes (V), tiempo ocioso (O), tiempo de esperas (E), trabajos rehechos (R), descansos (D), necesidades fisiológicas (N) y tiempo en recibir/dar instrucciones (I). El trabajo productivo considera las actividades P para cuantificar el porcentaje de tiempo que le corresponde. El trabajo contributorio considera las actividades M, T, I y otros contributorios para cuantificar el porcentaje de tiempo que le corresponde. Y el trabajo no contributorio considera las actividades V, O, E, R, D, N y otros no contributorios para cuantificar el porcentaje de tiempo que le corresponde. La suma de TP, TC y TNC debe ser 100%.

En la dimensión de calidad, se considerará la cantidad de no conformidades externas emitidas por parte de la supervisión (NCE) y la cantidad de no conformidades internas emitidas por el área de calidad del propio staff (NCI).

En la dimensión de seguridad se considerará el índice de frecuencia anual (IFa), el índice de gravedad anual (IGa) y el índice de accidentabilidad (IA).



3.2.2. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.2.2.1. CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

Tabla 3: Operacionalización de la variable independiente

VARIABLE	DIMENSIONES	SUBDIMENSIONES	INDICADORES	HERRAMIENTA
CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	SISTEMA	---	SISTEMA DE CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	Observación: Identificación del tipo de sistema utilizado

Si en el sistema de control de la producción no se evidencia la presencia del Lean Construction, se le denominará sistema tradicional; si se evidencia, se le denominará sistema Lean.

3.2.2.2. MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN

Tabla 4: Operacionalización de la variable dependiente

VARIABLE	DIMENSIONES	SUBDIMENSIONES	INDICADORES	HERRAMIENTA
DESEMPEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN	GESTIÓN	TIEMPO	Indicador del desempeño del cronograma (SPI)	Revisión documentaria: Reportes del valor ganado
		COSTO	Indicador del desempeño del presupuesto (CPI)	
	PRODUCCIÓN	TRABAJO PRODUCTIVO	Trabajo productivo (P)	Herramienta de campo: Muestreo de trabajo
		TRABAJO CONTRIBUTIVO	Tiempo en mediciones (M)	
			Tiempo en transportes (T)	
			Tiempo en recibir/dar instrucciones (I)	
		TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	Tiempo en viajes (V)	
			Tiempo ocioso (O)	
			Tiempo de esperas (E)	
			Tiempo en trabajo rehecho (R)	
			Tiempo en descanso (D)	
			Tiempo en necesidades fisiológicas (N)	
	CALIDAD	NÚMERO DE NO CONFORMIDADES	N° de no conformidades externas (NCE)	Revisión documentaria: Reportes de no conformidades
			N° de no conformidades internas (NCI)	
	SEGURIDAD	ÍNDICES DE SEGURIDAD	Índice de frecuencia anual (IFa)	Revisión documentaria: Reportes de seguridad
			Índice de gravedad anual (IGa)	
			Índice de accidentabilidad (IA)	

Para medir los indicadores de gestión se revisará los reportes del valor ganado del área de oficina técnica. Para medir los indicadores de producción se utilizará en campo la herramienta muestreo de trabajo. Para medir los indicadores de calidad se revisará los reportes de no conformidades del área de calidad. Y para medir los indicadores de seguridad se revisará los reportes mensuales SSOMA del área de seguridad.

3.3. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 5: Matriz de consistencia

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	H. GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	<ul style="list-style-type: none"> . Investigar todos los antecedentes de implementaciones, sus conclusiones y resultados. . Realizar un diagnostico de la obra de infraestructura aérea. . Recolectar datos de campo y estimar el desempeño de la construcción antes de la implementación (pre-prueba). . Realizar un diseño de implementación de Lean Construction para el control de la producción acorde a la necesidad. . Realizar capacitaciones y sensibilización al staff de obra. . Realizar la implementación del Lean Construction, el LPS y las herramientas. . Recolectar datos de campo y estimar el desempeño de la construcción después de la implementación (post-prueba). . Realizar el tratamiento de la información a través de la estadística. . Analizar los resultados antes y después de la implementación. . Identificar beneficios, lecciones aprendidas y conclusiones. . Redactar el informe.
¿Se mejora el desempeño de la construcción cuando se implementa Lean Construction en el control de la producción, en una obra de infraestructura aérea en Arequipa, Perú, en el año 2017?	Determinar si el desempeño de la construcción mejora cuando se implementa Lean Construction en el control de la producción, en una obra de infraestructura aérea en Arequipa, Perú, en el año 2017.	El desempeño de la construcción sí mejora cuando se implementa Lean Construction en el control de la producción, en una obra de infraestructura aérea en Arequipa, Perú, en el año 2017.	Control de la producción.	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	H. ESPECIFICA	VARIABLE DEPENDIENTE	
¿Se mejora los indicadores de gestión de obra al implementar Lean Construction en el control de la producción?	Determinar si los indicadores de gestión de obra mejoran al implementar Lean Construction en el control de la producción.	Los indicadores de gestión de obra sí mejoran al implementar Lean Construction en el control de la producción.	Desempeño de la construcción	
¿Se mejora los indicadores de producción al implementar Lean Construction en el control de la producción?	Determinar si los indicadores de producción mejoran al implementar Lean Construction en el control de la producción.	Los indicadores de producción sí mejoran al implementar Lean Construction en el control de la producción.		
¿Se mejora los indicadores de calidad al implementar Lean Construction en el control de la producción?	Determinar si los indicadores de calidad mejoran al implementar Lean Construction en el control de la producción.	Los indicadores de calidad sí mejoran al implementar Lean Construction en el control de la producción.		
¿Se mejora los indicadores de seguridad al implementar Lean Construction en el control de la producción?	Determinar si los indicadores de seguridad mejoran al implementar Lean Construction en el control de la producción.	Los indicadores de seguridad sí mejoran al implementar Lean Construction en el control de la producción.		



3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación actual, siguiendo la clasificación propuesta por Roberto Hernández Sampieri (2014) en su libro “Metodología de la Investigación”, es una investigación del tipo cuantitativa con un nivel de estudio del tipo explicativo.

El diseño de investigación a utilizarse será el pre-experimental, en el cual no se elige la muestra al azar sino por conveniencia. Según este diseño se tendrá un sujeto experimental y no se tendrá un sujeto de control. Esto debido a que en la industria de la construcción no es posible encontrar dos proyectos idénticos. Al resultado de este proceso se le conoce como muestra dirigida.

El sujeto experimental (G) es la obra de infraestructura aérea en Arequipa, Perú. Según lo indicado en la tabla 6, a este sujeto se le hará una prueba antes de la implementación (O1). Prueba donde se medirán los indicadores del desempeño de la construcción (variable dependiente). Luego se hará la manipulan de la variable independiente; es decir, se implementará Lean Construction en el control de la producción (X). Luego se hará una prueba después de la implementación (O2). Finalmente se podrá comparar los resultados obtenidos en cada prueba con la finalidad de extraer las conclusiones.

Tabla 6: Diseño pre-experimental

SUJETO EXPERIMENTAL	MUESTRA	PRE PRUEBA	TRATAMIENTO EXPERIMENTAL	POST PRUEBA
G	MUESTRA DIRIGIDA	O1	X	O2

Fuente: Adaptado de las clases de la UNMSM

3.4.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO

La población son todas las obras de infraestructura aérea en el Perú, ejecutadas en el año 2017 y que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión de la tabla 7. La muestra es la obra elegida para realizar la implementación y medición de resultados.

Los criterios de inclusión y exclusión son los siguientes:

Tabla 7: Criterios de inclusión y exclusión para la muestra

Inclusión	Exclusión
✓ Obra localizada en el territorio del Perú.	✓ Obra en etapa de diseño o licitación.
✓ Obra de infraestructura aérea.	✓ Obra en etapa de levantamiento de observaciones.
✓ Obra con elevada participación de especialidades y subcontratistas. (más de tres especialidades)	✓ Obra en etapa de cierre.
✓ Obra en etapa de construcción.	✓ Obra donde ya se esté aplicando Lean Construction.



3.4.3. MUESTRA

La muestra se eligió por la técnica no probabilística de la conveniencia. La muestra será una obra de infraestructura aérea en La Joya, Arequipa, Perú.

3.4.4. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN, ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos se utilizará las técnicas de observación, revisión documental y el registro de datos. Para el análisis e interpretación se utilizará el histograma y la técnica de la comparación cuantitativa.

En cuanto a la validación de datos, se menciona que según lo indicado Hernández Sampieri (2014) los instrumentos de medición (y los datos que estos recolectan) tienen validez si presentan alguna de las siguientes tres evidencias: evidencia de contenido, evidencia de criterio o evidencia de constructo. En tal sentido cuanto mayor evidencia de contenido, criterio o constructo tenga un instrumento mayor validez total tendrá y por ende se acercará más a representar fielmente la información de una variable.

Todas las herramientas de medición de indicadores utilizados en la presente investigación son confiables y objetivos. Los indicadores del reporte del valor ganado tienen evidencia de contenido, por medir el tiempo y costo de forma exacta; de criterio, por existir otro método llamado resultado operativo que calcula la misma información; de constructo, por impactar en el desempeño de la obra; y de expertos, por ser recomendado por el PMI. El muestreo de trabajo tiene validez de contenido, por medir el porcentaje de los tres tipos de trabajo; de criterio, por tener herramientas análogas como la carta balance y el control de rendimientos; de constructo, por impactar directamente en la productividad y desempeño; y de expertos, por ser recomendado por el doctor pionero Virgilio Guio (2001). Los indicadores de no conformidades tienen evidencia de contenido, por registrar los errores significativos de calidad; y de constructo, por influir en el desempeño de la obra. Los indicadores de seguridad tienen evidencia de contenido, por calcularse en base a los accidentes de la obra; de constructo, por influenciar en el desempeño de la obra; y de expertos, por estar estipulados en la norma G-050 del RNE.



CAPÍTULO 4: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto tiene por nombre: “Centro de mantenimiento aéreo náutico del ejército, La Joya, Arequipa”. Es un centro de mantenimiento de helicópteros mayor, una obra pública contratada bajo la modalidad concurso oferta y con sistema de contratación a suma alzada. Se ubica en el distrito de La Joya, provincia de Arequipa, región Arequipa, Perú. Su ejecución tuvo lugar en el año 2017. A la fecha es el centro de mantenimiento de helicópteros rusos y peruanos más moderno de Sudamérica. El presupuesto se encuentra alrededor de los 113 millones de soles. Tuvo un plazo de ejecución de 90 días para el expediente técnico y 240 días para la construcción.

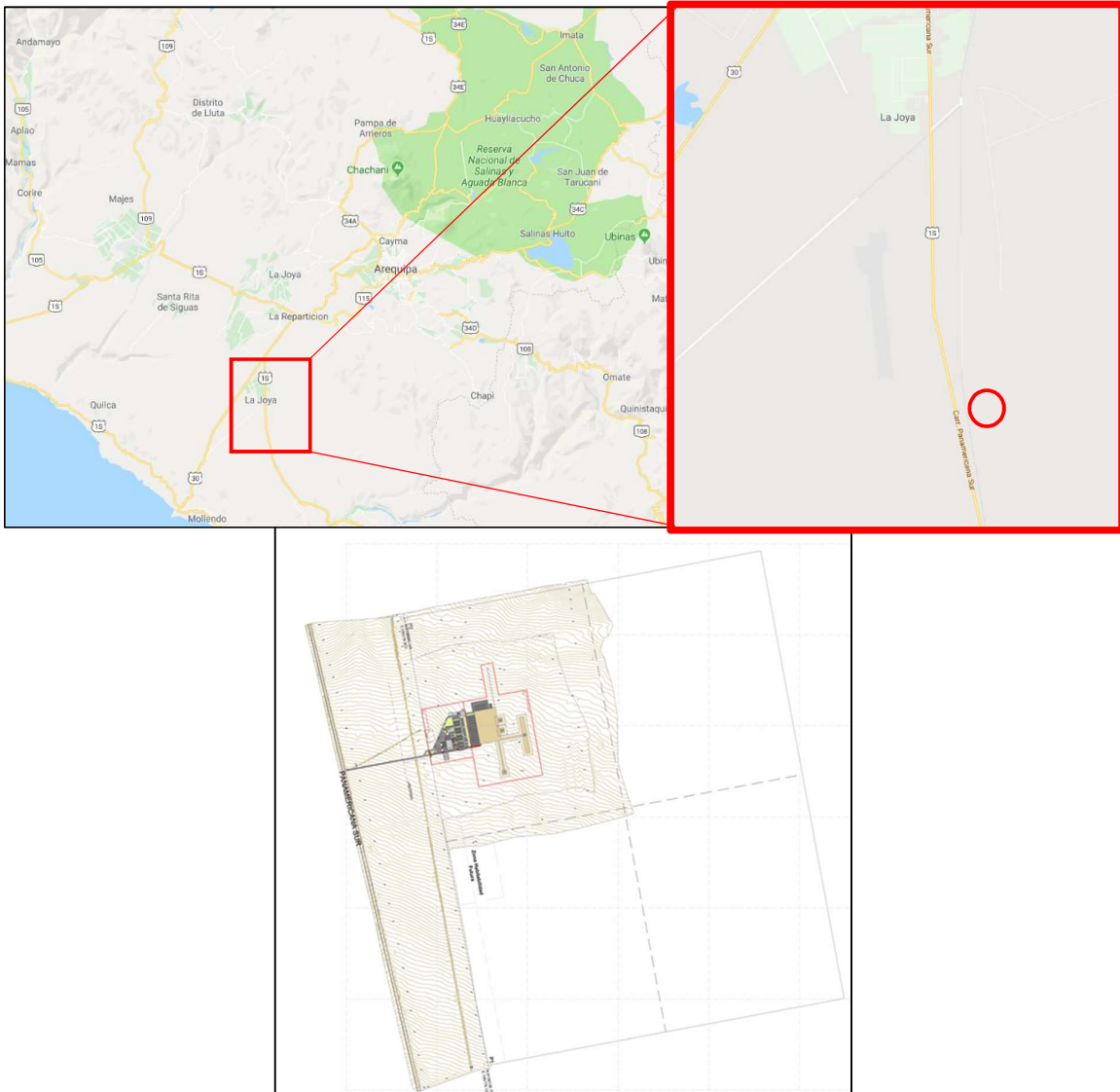


Figura 41: Ubicación del proyecto. Extraído de Google maps.



El proyecto está constituido por los siguientes componentes:

- ✓ Sector exterior
 - Cerco perimétrico.
 - Torreones de vigilancia.
 - Alumbrado exterior.
 - Línea de media tensión.
 - Línea de conducción.
- ✓ Sector administrativo
 - Jefatura.
 - Departamento de seguridad.
 - Departamento de finanzas y logística.
 - Departamento de planeamiento y control.
 - Departamento de telemática.
 - Departamento de recursos humanos.
 - Centro médico.
 - Salón de usos múltiples.
 - Aulas.
 - Cocina y comedor para oficiales y técnicos.
 - Cocina y comedor para tropa.
 - Alojamiento de oficiales.
 - Alojamiento de suboficiales.
 - Alojamiento de tropa.
 - Oficinas de la sección de construcción y mantenimiento.
 - Servicios Generales (cafetería, gimnasio y lavandería).
 - Seguridad (jefaturas).
 - Talleres.
 - Galpón de vehículos.
 - Cuarto de máquina.
 - Almacenes generales.
 - Almacenes de kerosene.
 - Acopio de residuos sólidos.
 - Estanque regulador de agua potable.
 - Cisterna de agua potable y cuarto de bombas.
 - Cisterna y cuarto de bombas para agua de riego.
 - Planta de tratamiento de agua potable.
 - Planta de tratamiento de desagüe doméstico.
 - Cámara de bombeo.
 - Planta de residuos biocontaminados.
 - Cisterna de petróleo.
 - Cisterna de combustible GLP y surtidor GLP.
- ✓ Sector de mantenimiento
 - Hangar ruso.
 - Hangar peruano.
 - Torre de control.
 - Cisterna de agua contra incendio y cuarto de bombas.
 - Cisterna de desagüe industrial.
 - Cisterna de desagüe galvánico.



- Cisterna de combustible de helicópteros.
- Caseta de bombas.
- Tratamiento de desagüe galvánico.
- Acopio de residuos peligrosos.
- Almacén de químicos.
- Almacén de combustible.
- Planta compresora de aire.
- Estación de bomberos.
- Estación de pruebas de vuelo.
- Patio de maniobras.
- Plataforma de pruebas de potencia y acceso.
- Pista de aterrizaje y acceso.
- ✓ **Habilitación urbana**
 - Veredas y sardineles.
 - Áreas verdes.
 - Mobiliario urbano (bancas, adoquines, señalética y tachos).
- ✓ **Instalaciones**
 - Instalaciones eléctricas.
 - Instalaciones sanitarias.
 - Instalaciones mecánicas.
 - Instalaciones de comunicación.
- ✓ **Equipamiento**
 - Equipamiento eléctrico
 - Subestaciones eléctricas (transformadores y celdas).
 - Grupos electrógenos y UPS.
 - Paneles, fuentes de alimentación, parlantes, amplificadores, monitores, cámaras y gabinetes.
 - Equipamiento sanitario
 - Sistemas de tratamiento de agua.
 - Sistema de tratamiento de residuos biocontaminantes.
 - Sistema de aguas servidas.
 - Bombas de agua.
 - Sistema de agua contraincendios.
 - Equipamiento electromecánico
 - Elevadores de pasajeros y de servicio.
 - Tecles, montacargas, inyectoras y motores de puerta.
 - Campanas extractoras de gases, calderos de vapor y electrobombas.
 - Bombas, bombas de vacío y tanques.
 - Secador de aire y compresoras de aire.
 - Equipamiento especial
 - Sistema de suministro de vapor.
 - Sistema de aire comprimido.
 - Sistema de vacío.
 - Sistema de suministro de gases.
 - Sistemas y bombas de petróleo.
 - Sistema GLP.
 - Sistema de almacenamiento de combustible Turbo Jet A1.
 - Sistema de aire acondicionado y ventilación mecánica.

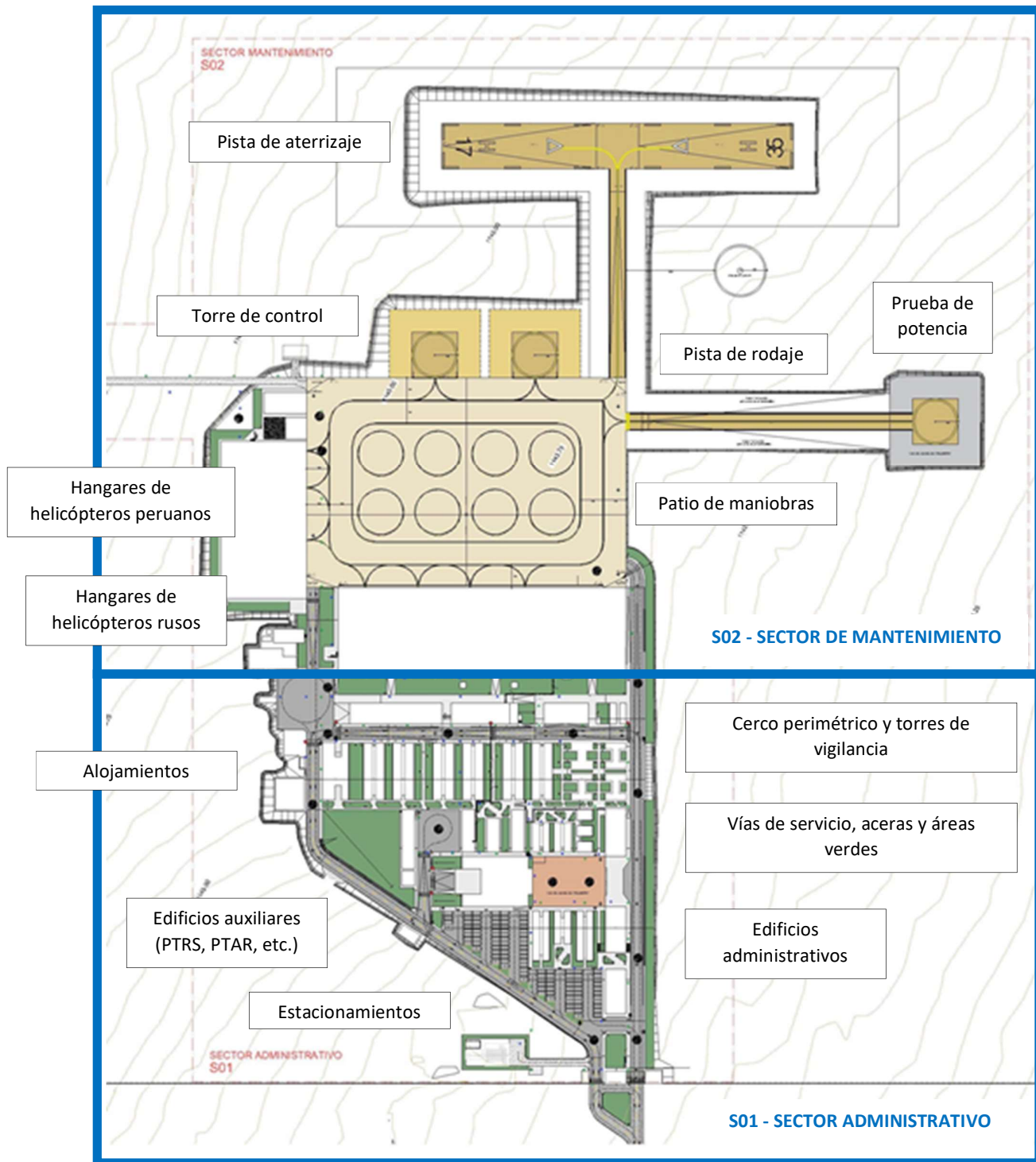


Figura 42: Componentes del proyecto en 2D. Extraído del Expediente técnico.

El proyecto tiene un área techada total de 25,538.21 m². De los cuales 24,444.30 m² son para edificaciones funcionales y 1,138.91 m² son para edificaciones auxiliares.



Según la lista de componentes del proyecto, este tiene las siguientes naturalezas de estructuras:

- ✓ Edificaciones.
- ✓ Estructuras metálicas.
- ✓ Pavimento rígido y flexible.
- ✓ Cerco perimétrico.
- ✓ Instalación de redes de agua, desagüe e instalaciones especiales.
- ✓ Media tensión.
- ✓ Línea de conducción.
- ✓ Áreas verdes, veredas, sardineles y adoquines.
- ✓ Equipamiento.



Figura 43: Componentes del proyecto en 3D. Extraído del Expediente técnico.

4.2. DESCRIPCIÓN DEL CASO

Para la implementación del Lean Construction como nuevo enfoque para el control de la producción se definió los siguientes pasos a seguir:

- 4.3.1. Diagnóstico de la situación actual del proyecto.
- 4.3.2. Mediciones previas en obra.
- 4.3.3. Diseño del sistema de producción.
- 4.3.4. Capacitación al staff de obra.
- 4.3.5. Implementación del Last Planner System.
- 4.3.6. Implementación de herramientas.
- 4.3.7. Mediciones de obra para verificar resultados.



La implementación Lean en un proyecto debe ser aguas abajo, desde la gerencia hasta el último capataz. Por lo cual se recomienda que antes de empezar una implementación se tenga el respaldo y convencimiento de la alta gerencia.

A continuación, se detalla cada paso seguido y la experiencia de implementación obtenida.

4.3. DESARROLLO DEL CASO

4.3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO

El diagnóstico se hizo mediante entrevistas personales, la revisión en campo de lo actualmente construido y la revisión de la documentación de obra. Las entrevistas personales consistieron en preguntarle a cada miembro del staff, por separado, qué funciones realizaba, qué conocimiento tenían sobre Lean y qué dificultades identificaban ellos en obra. La revisión en campo consistió en visualizar el orden de la construcción, la calidad de los productos intermedios, conversar con los maestros, conversar con los subcontratistas y verificar el cumplimiento de la sectorización. La revisión de la documentación de obra consistió en visualizar los periodos de despacho de los materiales, la cantidad de consultas al proyectista que existían hasta el momento, las no conformidades, la curva S, el resultado operativo, si las horas paradas de los equipos se registraban en el parte diario, si se estaba realizando una planificación y verificar la frecuencia con la que el staff hacía sus requerimientos de recursos. El debate colectivo consistió en reunir al staff en una sala para que en conjunto se evidencien e identifiquen más problemas.

Con este proceso de diagnóstico se identificó las siguientes dificultades en el proyecto:

- ✓ Equipo no consolidado y existencia de contradicciones entre las diferentes áreas: seguridad, producción, calidad, residencia y administración.
- ✓ Retraso en los trabajos ejecutados.
- ✓ Desorden en el tren de actividades por no cumplimiento en la culminación de sectores.
- ✓ Alta competencia entre subcontratistas de la misma especialidad, lo que ocasionaba mal clima laboral.
- ✓ Disputa entre los subcontratistas por los recursos más escasos (y por ende críticos) como el suministro eléctrico y la grúa móvil.
- ✓ Escasa comunicación física entre los miembros del equipo y excesivo envío de correos.
- ✓ Los requerimientos de recursos, tanto de material como de personal, se hacían en días diferentes y se requerían en días inmediatos. No se dejaba un plazo de respuesta coherente a la oficina central para reaccionar y abastecer las solicitudes.
- ✓ Los requerimientos de materiales tenían deficiencia cuando se pedían, los nombres no eran correctos y a veces la oficina central enviaba materiales con especificaciones que no se requerían.
- ✓ Las consultas al proyectista se elaboraban a medida que se descubrían en la ejecución, esto ocasionaba que frentes puntuales esperen la respuesta para poder continuar.
- ✓ Escasa colaboración entre el área de producción y seguridad.
- ✓ Excesivos controles del área interna de calidad.



4.3.2. MEDICIONES PREVIAS EN OBRA

Se muestra a continuación el estado de los indicadores de las diferentes dimensiones de la variable dependiente. Se muestra los indicadores de gestión SPI y CPI.

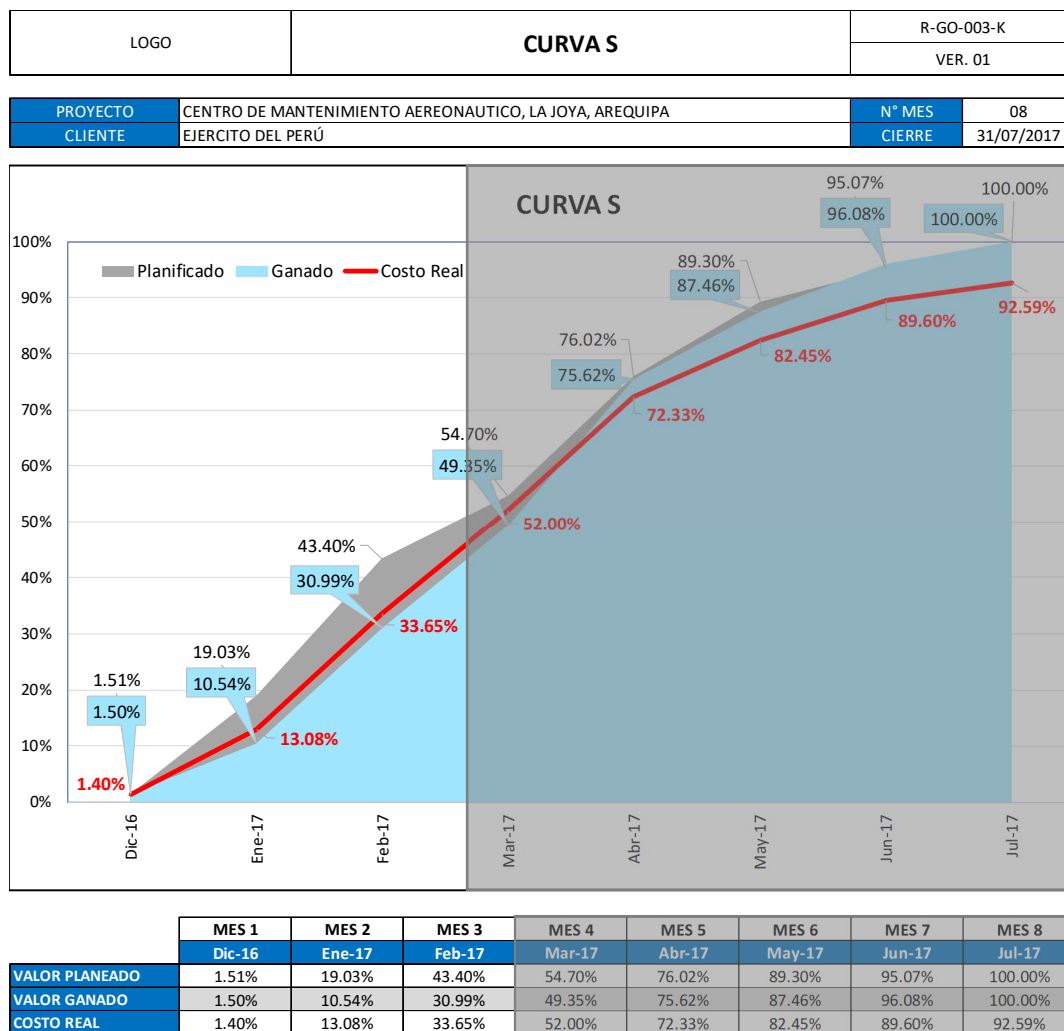


Figura 44: Curva S antes de la implementación



El promedio del SPI fue de 0.755 lo cual es algo negativo, indica que el proyecto está retrasado respecto a lo planificado.

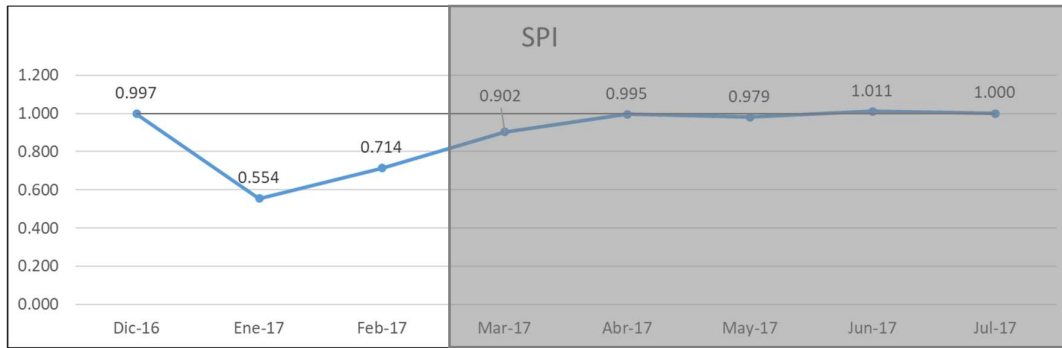


Figura 45: Histórico del SPI antes de la implementación

El promedio del CPI fue de 0.933 lo cual es algo negativo, indica que se ha gastado más dinero del previsto para poder ejecutar lo avanzado hasta la fecha.

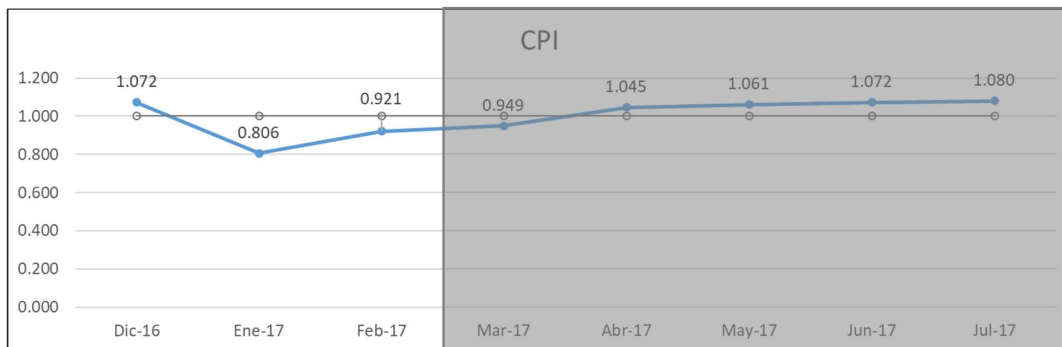


Figura 46: Histórico del CPI antes de la implementación

Las mediciones de productividad se realizaron a las 10 am porque a esta hora el personal obrero se encuentra en mayor actividad. También pueden realizarse mediciones a las 3 pm. Las mediciones se hacen una vez por día. En promedio, la toma de datos puede durar entre 0.5 a 1.5 horas.

Es preciso mencionar que, de los dos estudios presentados en los antecedentes, el que se utilizará como línea base para la comparación de los resultados es el estudio de Morales y Galeas del año 2006, debido a que es el estudio registrado más actual. Este estudio se utilizará como línea base para calificar como altos o bajos los resultados de la investigación.

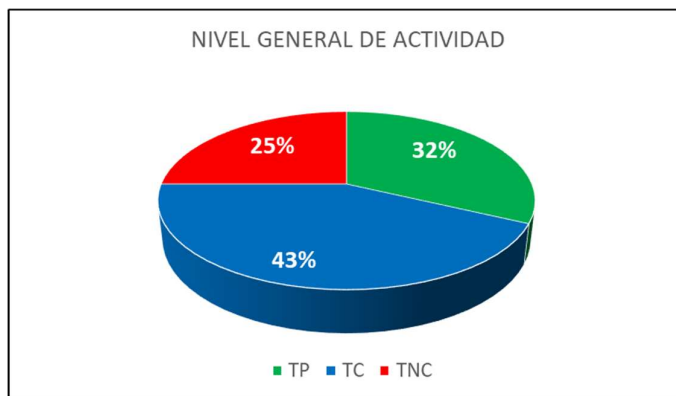


Figura 47: Estudio de productividad de Morales y Galeas. Morales y Galeas (2006)

Se realizaron mediciones durante varios días consecutivos para así obtener un promedio representativo. Los resultados antes de la implementación del nuevo sistema de producción fueron los siguientes:

Tabla 8: Registro de mediciones antes de la implementación

		ENERO		FEBRERO	
		Cant	%	Cant	%
TP		335	28%	159	20%
P	Proceso de transformación	335	17%	159	8%
TC		394	33%	383	48%
T	Transporte	156	8%	109	5%
M	Mediciones	47	2%	18	1%
I	Recibir/dar instrucciones	52	3%	51	3%
L	Limpieza/ordenar	73	4%	19	1%
X	Otros X	66	3%	186	9%
TNC		471	39%	258	32%
V	Viajes	106	5%	135	7%
O	Tiempo ocioso	43	2%	4	0%
E	Esperas	256	13%	40	2%
R	Trabajo rehecho	31	2%	18	1%
D	Descanso	23	1%	55	3%
B	Necesidades fisiológicas	5	0%	3	0%
Y	Otros Y	7	0%	3	0%
		1200	100%	800	100%



La distribución general de los resultados se muestra a continuación:

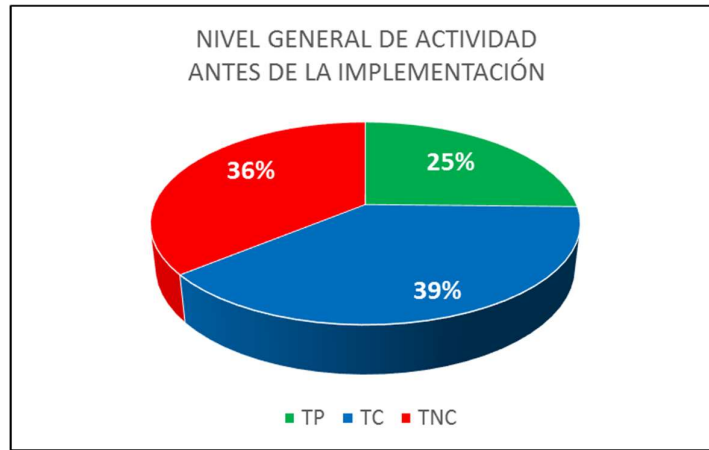


Figura 48: Distribución de los tipos de trabajos antes de la implementación

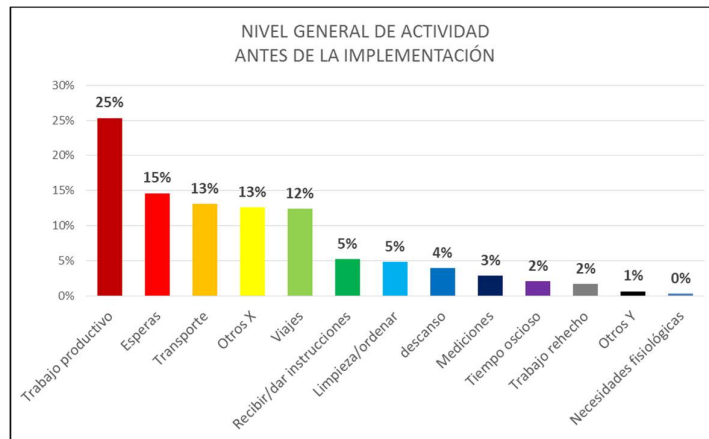


Figura 49: Desagregado de la distribución del NGA antes de la implementación

Se observa que el trabajo productivo es muy bajo, solo el 25% del tiempo. Esto quiere decir que para una jornada de trabajo de ocho horas; en promedio los obreros solo han realizado actividades productivas con dos horas de su tiempo, esto es algo crítico. El trabajo contributivo es de 39%, este porcentaje se encuentra debajo del valor del estudio de Morales y Galeas, lo cual positivo. El trabajo no contributivo es el 36% que es un porcentaje alto, lo cual es más alto que el estudio de Morales y Galeas, lo cual es negativo.

También se observa que hay un alto porcentaje de tiempo en espera, 15%. En este tiempo el personal no está realizando ninguna actividad. Las causas de esto fueron las esperas de materiales, esperas por equipo, esperas por herramientas, explicaciones por parte de los ingenieros de seguridad, dudas respecto al trabajo por realizar y dudas sobre los planos.

Resaltar a su vez que este porcentaje de TP es muy bajo respecto al 32% de TP promedio del estudio de Morales y Galeas.



Se muestra también los resultados obtenidos en la dimensión de calidad antes de la implementación:

NÚMERO DE NO CONFORMIDADES DEL PROYECTO

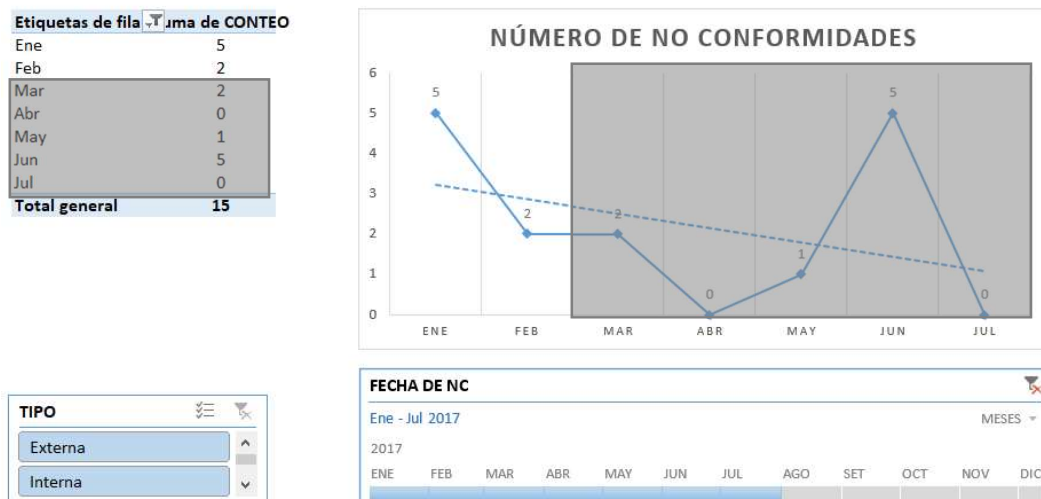


Figura 50: No conformidades internas y externas antes de la implementación

Se observa en el gráfico que el promedio de las no conformidades es de 3.5.

NÚMERO DE NO CONFORMIDADES DEL PROYECTO

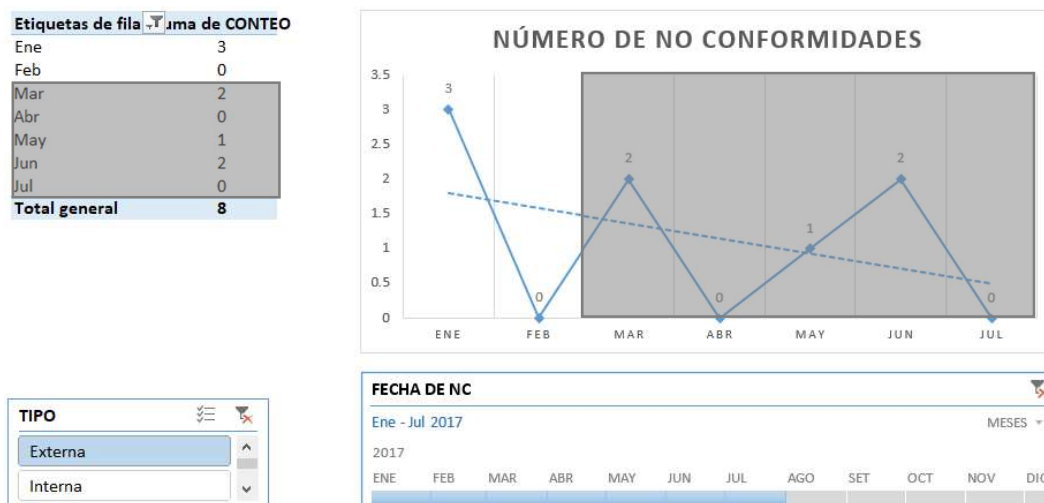


Figura 51: No conformidades externas antes de la implementación

Se observa en el gráfico que el promedio de las no conformidades externas es de 1.5.



NÚMERO DE NO CONFORMIDADES DEL PROYECTO

Etiquetas de fila	Suma de CONTEO
Ene	2
Feb	2
Mar	0
Abr	0
May	0
Jun	3
Jul	0
Total general	7



TIPO

Externa

Interna

FECHA DE NC

Ene - Jul 2017

MESES

2017

ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SET OCT NOV DIC

Figura 52: No conformidades internas antes de la implementación

Se observa en el gráfico que el promedio de las no conformidades internas es de 2.0.

Por último, se muestra los resultados de los indicadores de la dimensión de Seguridad antes de la implementación:

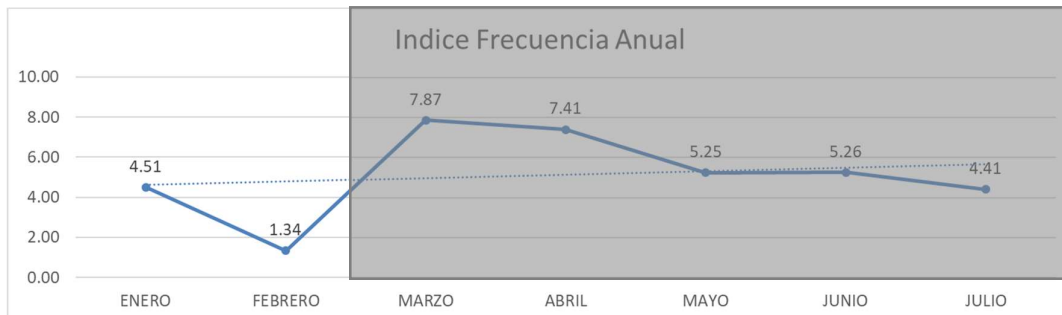


Figura 53: Índice de frecuencia anual antes de la implementación

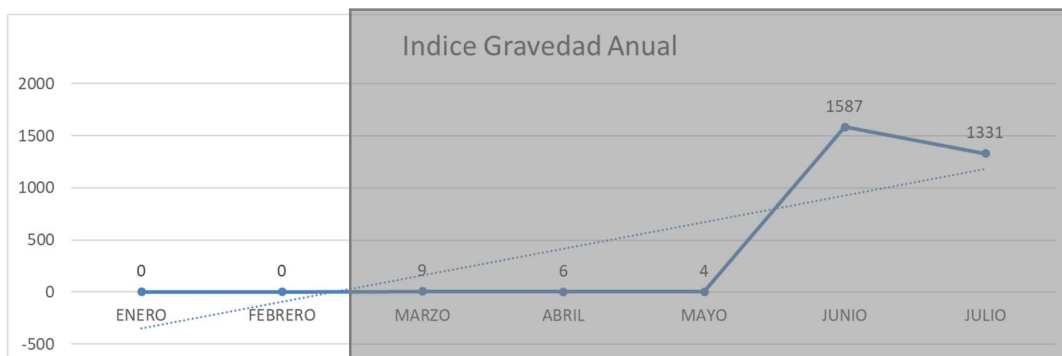


Figura 54: Índice de gravedad anual antes de la implementación

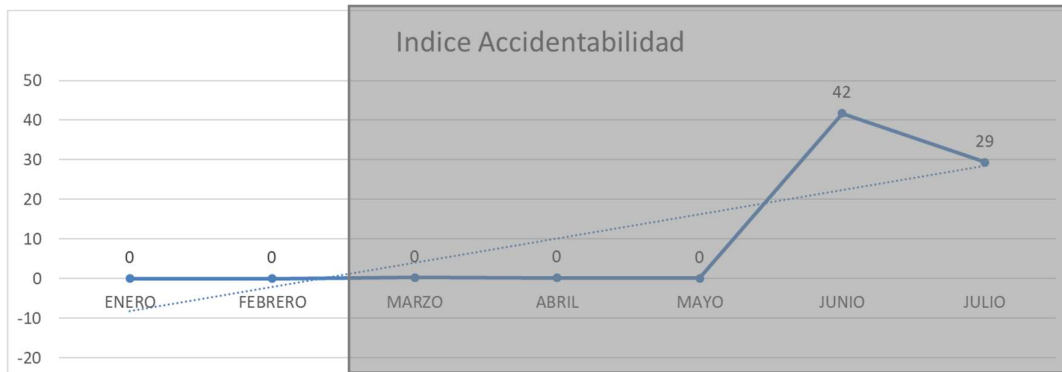


Figura 55: Índice de accidentabilidad antes de la implementación

Se aprecia que el índice de frecuencia tiene un promedio de 2.92, el índice de gravedad tiene un promedio de 0.00 y el índice de accidentabilidad también tiene un promedio de 0.00. Todos los resultados son bajos, lo cual es algo positivo.



4.3.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta los resultados iniciales de producción y el diagnóstico se diseñó el siguiente sistema de producción para el proyecto estudiado:

1. Se implementará los siguientes componentes del Last Planner System: plan maestro, plan de fases, look ahead planning, análisis de restricciones, análisis de causa raíz y el plan semanal.
2. Se implementará la sectorización y el tren de actividades para la planificación.
3. Se implementarán las reuniones diarias de 15 minutos.
4. Se implementarán las reuniones semanales de producción de 2 horas.
5. Se implementará una reunión de lecciones aprendidas al término de cada fase.
6. De todas las herramientas Lean, según la necesidad evidenciada, se implementarán solo las siguientes: muestreo de trabajo, carta balance, value stream map y go to gemba.
7. Los niveles generales de actividad se calcularán con el muestreo de trabajo cada mes y/o según necesidad.
8. Se utilizará la gestión visual tanto en la sala de reuniones, oficinas y en el campo.
9. Se dictarán charlas de difusión de la filosofía y talleres de sensibilización de la cultura Lean de forma periódica.
10. Se realizará un manual del sistema de producción basada en Lean para el staff y la empresa.
11. Los requerimientos de recursos se harán en un orden establecido. Habrá un requerimiento mensual y un requerimiento semanal.

4.3.4. CAPACITACIÓN AL STAFF DE OBRA

Las capacitaciones al staff se programaron y ejecutaron a lo largo de todo el periodo de implementación. El programa de capacitaciones se dividió en dos componentes: charlas técnicas de la filosofía y talleres de cultura Lean. El registro de las capacitaciones se encuentra en el anexo 10.

En las charlas técnicas de la filosofía se trató los siguientes temas:

- ✓ Filosofía y principios del Lean Construction.
- ✓ Teoría de valor y pérdida.
- ✓ Los tipos de pérdida en construcción.
- ✓ Sectorización y tren de actividades.
- ✓ Last Planner System.
- ✓ Herramientas y técnicas Lean.
- ✓ Gestión visual.

En los talleres de cultura Lean se trató los siguientes temas:

- ✓ Trabajo colaborativo.
- ✓ Visión sistémica.
- ✓ Proactividad y comunicación efectiva.

Es necesario que antes de la implementación se capacite a todo el staff del proyecto, incluso a los ingenieros de la oficina central.



4.3.5. IMPLEMENTACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM

Para implementar el Last Planner System se parte del plan maestro. Este plan maestro se realizó en base a metrados y rendimientos reales; y no los que aparecen en el expediente técnico. A continuación, se presenta el plan maestro trabajado.

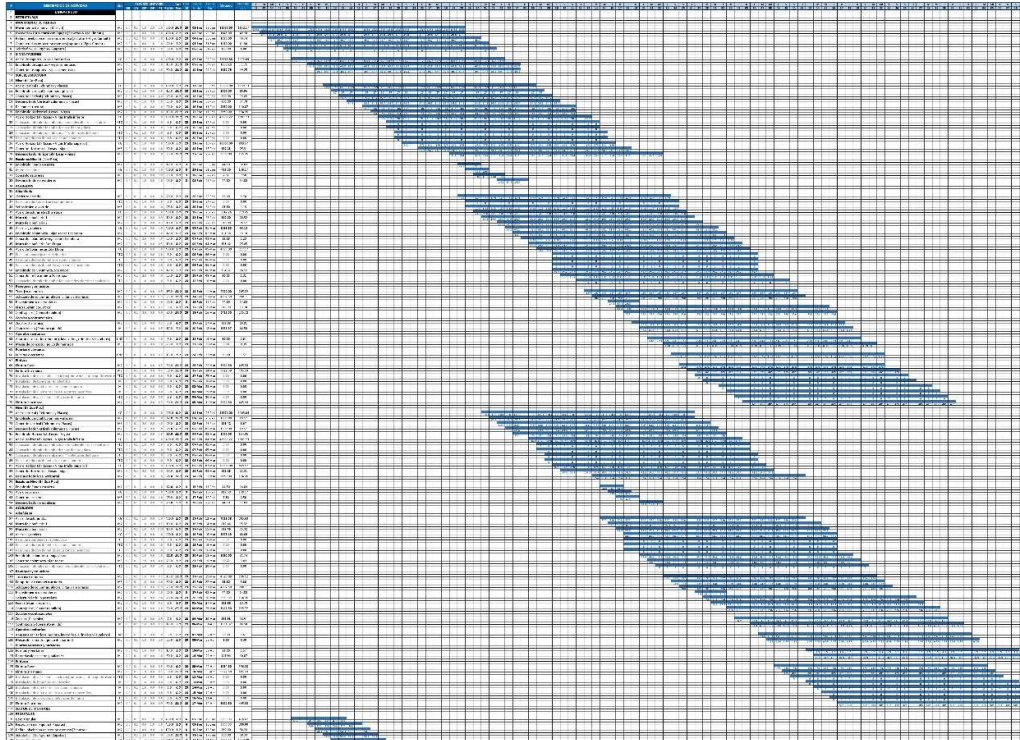


Figura 56: Plan maestro.

El plan maestro sirvió como referencia para el plan de fases, look ahead planning y demás planificaciones hacia abajo, cada una con más detalle que la otra. La fecha fin del plan maestro es menor a la fecha fin del calendario Gantt contractual. De esta manera se dejó un buffer de tiempo para no caer en atraso contractual. El plan maestro, sirve para saber si estamos atrasados o adelantados, y es el respaldo de la curva S valorizada. El plan maestro completo puede revisarse en el anexo 06.

A medida que un frente de trabajo se inicia, es preciso detallar la planificación de los trabajos a ejecutar. Por lo cual para cada frente se realizó una sectorización y una planificación en tren de actividades según lo que indica Lean.

El hangar ruso se dividió en 23 y en 17 sectores en el segundo piso. El hangar peruano se dividió en 18 sectores y solo tenía un nivel de altura. La torre de control por ser una edificación pequeña de 288 m² se trabajó con un solo sector. El patio de maniobras, por ser un pavimento rígido se trabajó en sectores intercalados para así poder colocar los dowells. El patio se dividió en 28 sectores. Para el cerco perimétrico se definió un sector típico de 75 ml, con dos frentes en paralelo. Es decir, debía ejecutarse 150 ml por día. El cerco tuvo 60 sectores en total. Para la línea de conducción también se definió un sector típico de 300 ml con dos frentes en paralelo. Es decir, se ejecutó 600 ml por día. La línea tuvo un total de 66 sectores. Los gráficos de todas las sectorizaciones pueden revisarse en el anexo 05.



TREN DE ACTIVIDADES - HANGAR RUSSO						Semana 05								Semana 06								Semana 07								Semana 08																								
N°	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AUGUSTO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Und	Total Pers	Días Dñ	Metrado por día	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D									
1						ESTRUCTURAS																																																
2						MOVIMIENTO DE TIERRAS																																																
3						Movimiento de Tierra (Masivo)	M3	24.0	23	38000.00	9552.17																																											
4						Excavación Estructural con Equipo (Zapatas+Vigas Cement.)	M3	2.0	23	1145.00	49.78																																											
5						Refina, nivelacion en terreno arenoso (Zapatas + Vigas Cement.)	M3	2.0	23	1075.00	46.74	6604																																										
6						Compactacion en terreno arenoso (zapatas + Vigas Cement.)	M3	7.0	23	1410.00	61.30	6604																																										
7						Soldado Fc= 100 kg/m2 (Zapatas)	M3	2.0	23	138.00	6.00	6604																																										
8						CIMENTACIONES																																																
9						Acero de zapatas + viga cimentacion	KG	7.0	23	26971.88	1172.69	6613																																										
10						Encofrado de zapatas + vigas cimentacion	M2	15.0	23	1650.29	71.75	6613																																										
11						Concreto de zapatas + vigas cimentacion	M3	11.0	23	1132.75	49.25	6613																																										
12						SUPERESTRUCTURA																																																
13						Nivel A (1er Piso)																																																
14						Acero vertical (Columnas y Placas)	KG	7.0	23	26660.00	1159.13	6614																																										
15						Encofrado vertical (columnas + placas)	M2	16.0	23	2000.00	86.36	66																																										

97



Terminando el plan maestro y trenes de actividades según necesidad se pasó a la formulación del plan de fases. El plan de fases se realizó en una reunión con todo el staff, los maestros y los responsables de los subcontratistas presentes en obra. Este plan de fases tenía los hitos contractuales y los hitos metas. Los hitos contractuales salen del cronograma de ejecución de obra enviado a la supervisión y los hitos metas de la sesión pull llevada en la reunión mencionada.

En la sesión Pull tanto el staff como los subcontratistas indica qué recursos y acontecimientos se necesitaría que ocurriesen para poder culminar sus actividades antes de la fecha contractual. Este plan de fases se realizó de forma visual en una pared con el apoyo de papelógrafos y pósts.

Terminado el plan de fases debe pasarse a la siguiente planificación, cada vez más detallada, llamada look ahead planning (LAP). El horizonte de planificación de este LAP fue de seis semanas. Este se realizó de forma visual en una pared forrada de acrílicos cuadriculados, con ayuda de plumones y pósts grandes.

Con el LAP el staff del proyecto pudo adelantarse en el tiempo e ir solicitando con mucha antelación sus recursos, en especial aquellos de fabricación y/o importación. También permitió visualizar qué nuevos frentes se abrirían para destinar al personal actual; hacer sus requerimientos de obreros; y para organizar qué maestro se haría responsable de cada frente.

Visualizar los nuevos frentes que se iniciarían también le permitió organizarse al staff de una mejor manera. Los ingenieros de producción podían dividirse los componentes a planificar, hacer su sectorización e incluso le sirvió al área de calidad para solicitar nuevos asistentes que le ayuden a cubrir la totalidad de frentes a ejecutarse en paralelo y con la anticipación debida.

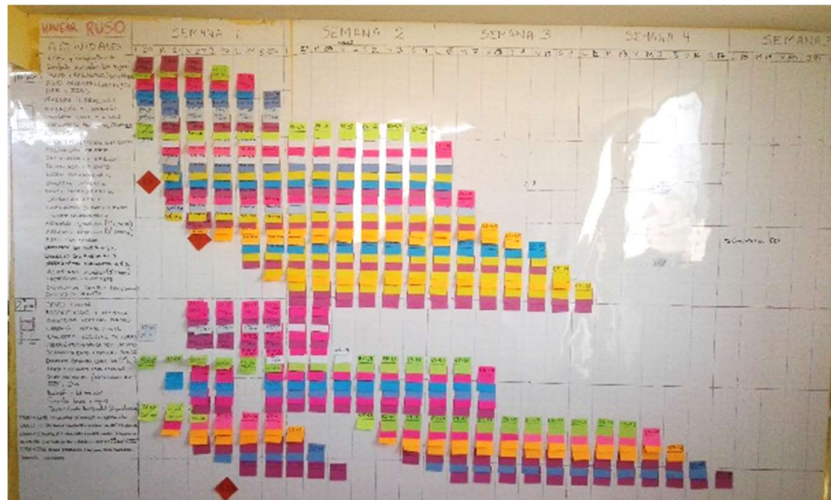


Figura 59: Look Ahead Planning en obra

Una de las facilidades que da el LAP es hacer un correcto análisis de restricciones. Para hacer una correcta identificación de las restricciones se utiliza los siete flujos principales de la construcción: materiales, personal, herramientas, equipos, espacio seguro, trabajo precio, información y externalidad. Dichos flujos ya fueron explicados en el marco teórico de la presente investigación. Cada flujo no liberado se convertía en una restricción que había que liberar en una fecha pactada.



El análisis de restricciones en este proyecto también siguió los principios de la gestión visual. Se hizo en papelógrafos y se llenó con plumones para que todos los participantes pudiesen visualizarlo mientras se celebraba la reunión. Luego el ingeniero de planificación Lean o Lean Leader traspasaba esa información a un archivo digital que se difundía por correo.

Esta identificación de restricciones se hacía en la reunión semanal de producción (RSP). La reunión semanal de producción tenía dos partes bien diferenciadas: en la primera se analizó la semana concluida y en la segunda parte se analizaba la nueva semana a ejecutar. La agenda típica que se utilizó para las diferentes RSP's fue la siguiente:

Parte A: Semana concluida

1. Presentación del porcentaje del plan cumplido (PPC).
2. Análisis de causa raíz (ACR) a los problemas que impactaron al PPC y obtener las razones de no cumplimiento (RNC).

Parte B: Semana nueva

3. Plan semanal (PS)
4. Actualización del look ahead planning (LAP).
5. Análisis de restricciones (AR).
6. Compartir



Figura 60: Reunión semanal de producción

A la reunión semanal de producción debían asistir los maestros, responsables de subcontratistas, ingenieros y administrativos de las siguientes áreas: residencia, producción, calidad, oficina técnica, seguridad, topografía, instalaciones, administración, equipos, logística y almacén.

El porcentaje del plan cumplido (PPC) se calculó en base a las actividades que realmente se podían ejecutar; es decir, al plan semanal. Mencionar que el PPC no mide avance de obra, sino el grado de confiabilidad en lo que se está planificando. Para las actividades que no se cumplieron se aplicó el método de los cinco porqués. En dicho método se le pregunta a los miembros del staff repetidas veces por qué no se cumplió determinada actividad hasta hallar la causa raíz. Luego se pasa a definir e implementar un plan de acción que asegure que ese



problema nunca más se vuelva a repetir por la misma causa raíz. El análisis de causa raíz también se realizó en las reuniones de forma visual, apoyándose en papelógrafos y plumones.

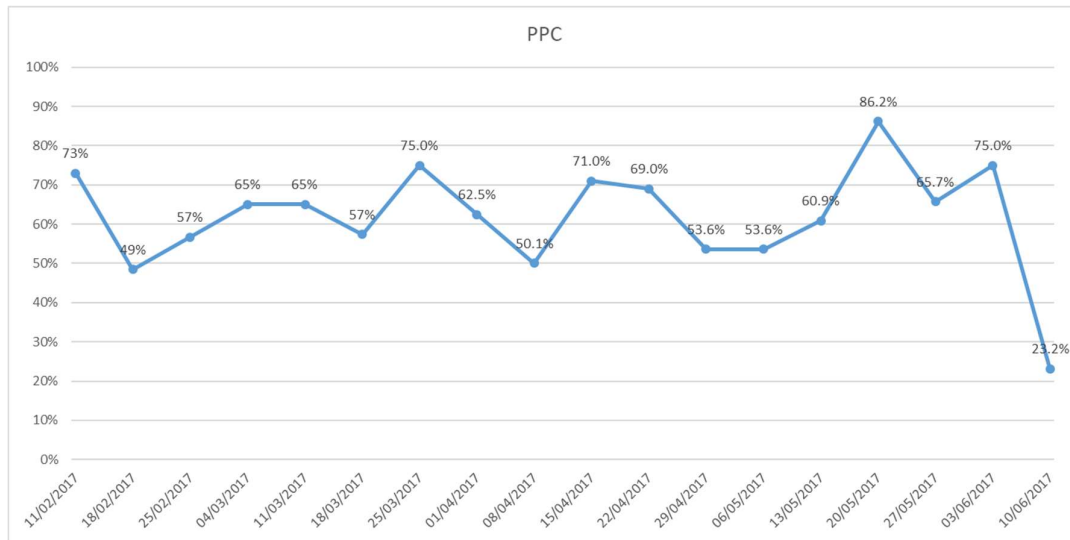


Figura 61: Porcentaje del plan cumplido histórico

El plan semanal se definía en la reunión semanal de producción. Solo aquellas actividades del look ahead planning que no tenían restricciones podían pasar al plan semanal. Este plan se definía en base a lo indicado por los ingenieros de producción, con las recomendaciones de los subcontratistas, las de los maestros y con la aprobación del ingeniero residente.

La reunión diaria era una reunión ágil de 15 minutos en la cual los miembros reportaban su cumplimiento del día, mencionaban las liberaciones de calidad que necesitaban para el día siguiente y coordinaban la utilización de los recursos críticos como la grúa móvil (recursos que debían compartirse entre varios frentes). Esta reunión diaria era aprovechada por todos los miembros quienes podía informarse del avance de obra. El ingeniero residente utilizaba la reunión para anunciar cambios y dar nuevas directrices. Los maestros indicaban los recursos que se les estaban terminando y las dificultades que necesitaban que se resuelvan. Otro de los beneficios de esta reunión era que los ingenieros de seguridad sabían qué frentes se iban a construir al día siguiente, lo cual les permitía a ellos organizarse en sus recorridos de campo.

Para que el sistema de producción Lean funcione la oficina central debe invertir esfuerzos constantes en asegurar el abastecimiento de recursos e información al proyecto según necesidad y en el momento oportuno. Debe haber un “sentido de urgencia” constante no solo en los miembros del staff de obra, sino también en los ingenieros de la oficina central.

La revisión de planos y compatibilización de las diferentes especialidades es crucial para disminuir las esperas por consultas al proyectista. Así los RFI's se absuelven con la anticipación pertinente. Además, los RFI contestados por el proyectista deben difundirse a todo el staff de forma inmediata.

Se recomienda también que las cartas que se emiten residencia y la supervisión se compartan con todo el staff. Esto se basa en el principio de que la información está para ser utilizada y no para almacenarse. Trabajar de esta manera ayudó mucho a la fluidez de la comunicación.



4.3.6. IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS

Para mejorar los indicadores de desempeño de la construcción también se hizo uso de varias herramientas Lean. Según el diseño del sistema de producción para este proyecto fue necesario implementar el value stream map, la carta balance y el go to gemba.

VALUE STREAM MAP

Para hacer conocer a todos los involucrados los procedimientos constructivos se utilizó el value stream map (VSM). Esta es una herramienta en la cual se define paso a paso las actividades a elaborar en un proceso. En este proyecto se hizo que la persona de especialidad realice el mapeo de su proceso. Incluso cuando dicho proceso estaba a cargo de un subcontratista, se hizo participar a este subcontratista en la reunión para que elabore su value stream map. Para cumplir el principio de gestión visual se utilizó pizarras acrílicas y plumones en la sala de reuniones. En la realización del VSM el área de calidad indicaba las liberaciones necesarias para el proceso constructivo y que el área de seguridad indicaba las medidas de seguridad que se debían tomar en cada paso del proceso.

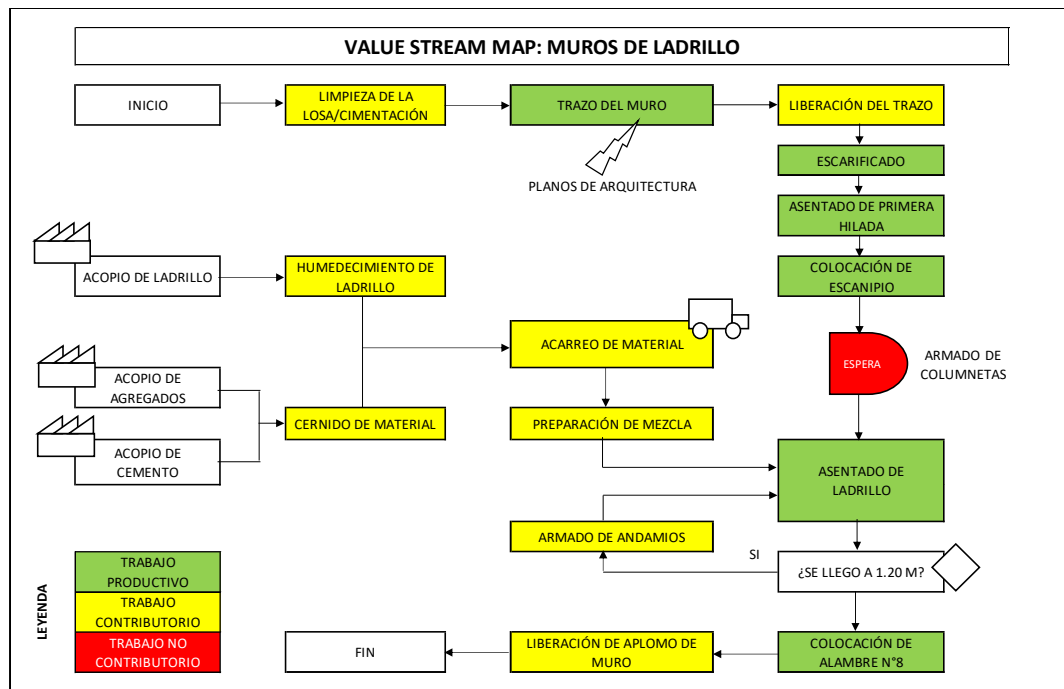


Figura 62: Value stream maps desarrollados

Se realizó VMS para los siguientes procesos: encofrado vertical, instalaciones en losa, muros de albañilería, tarrajeo y conformación de subrasante.

Para un VSM de un proceso en determinado se graficó cada uno de sus pasos según la nomenclatura de la herramienta, se identificó las esperas, las liberaciones, las dependencias con otros trabajos y se identificó que pasos del proceso pertenecían a TP, TC y TNC. El VSM también tiene como finalidad identificar en que pasos del proceso se puede optimizar el trabajo a fin de aumentar la productividad. Todos los VSM realizados se encuentran en el anexo 02 de la presente investigación.



CARTA BALANCE

Para las actividades más críticas, es decir aquellas de mayor costo unitario, las que implicaban más personal y las que se creía que podrían tener cuadrillas mal dimensionadas se les aplicó la carta balance. Las mediciones en este proyecto las realizó el Lean Leader, que era el ingeniero encargado de que la implementación Lean se lleve a cabo de forma continua en el proyecto.

En las cartas balance se reflejaba la distribución de tiempo del personal, tanto de peones, oficiales y operarios. Catalogando en TP, TC y TNC. En la distribución de tiempos por cada obrero se debe apreciar que efectivamente los operarios estén invirtiendo la mayor cantidad de su tiempo en TP, mientras que los ayudantes deben invertir la mayor parte de su tiempo en TC. Esto concuerda con la naturaleza de trabajos que cada uno realiza. En ninguno de los casos debe aceptarse altos porcentajes de TNC, de ser el caso debe redimensionarse la cuadrilla y asignar a algunos trabajadores a otra actividad.

DISTRIBUCION DEL TIEMPO POR OBRERO

	Operario	Peon	Operario	Peon	Operario	Peon	Operario	Peon
	Pedro C.	Vidal	Leoncio Vera	Edgar	Alejandro	Mario	Hilario	Ajeandro J.
TP	71%	0%	77%	0%	61%	0%	74%	0%
TC	28%	90%	19%	85%	26%	83%	26%	72%
TNC	1%	10%	4%	15%	13%	17%	0%	28%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

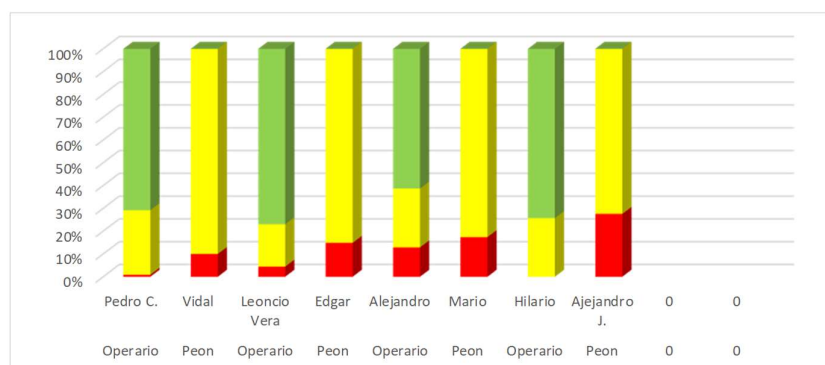


Figura 63: Cartas balance desarrolladas

Se realizó cartas balance para los siguientes procesos: muros de albañilería, ladrillo pastelero, pintura, solaqueo y tarrajeo.

Todas las CB realizadas se encuentran en el anexo 03 de la presente investigación.



GO TO GEMBA

Una tercera herramienta implementada fue el go to gemba. Para ello se hizo recorridos con el residente de obra, el ingeniero de producción del frente respectivo y el Lean Leader del proyecto. Se realizó GTG para el cerco perimétrico y para la línea de conducción.

LOGO		GO TO GEMBA				CH04
						VER. 03
PROYECTO:		CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO DEL EJERCITO				
CLIENTE:		EJERCITO DEL PERU				
N°	Tipo de desperdicio	Desperdicio observado	Causa identificada	Plan de acción para mejorar	Respons	Check
1	Inventario	Presencia de alambre y tacos en el cerco perimétrico, lo cual provoca que la instalación de cerco perimétrico prefabricado tenga un bajo rendimiento (frente 1)	No se retiró en su momento, trabajo inconcluso por parte de los carpinteros.	Indicar al maestro que designe a una pareja de trabajadores que se dediquen a retirar todos los tacos dejados por un día.	Uriel Charaja	
2	Movimientos	Los trabajadores del frente 1 en el cerco perimétrico caminan aproximadamente 600 m para ir al baño del frente 2, esto representa horas hombre improductivas dedicadas a viajes.	El avance del cerco perimétrico, debido a que es una obra lineal ha dejado atrás los baños químicos y solo se tiene un baño químico para ambos frentes.	Colocar un baño químico para cada frente a fin de evitar los excesivos desplazamientos.	Maestro Walter	
3	Sobrepesamiento	Se está "tarrajeando" el filo de los sobrecimientos del cerco perimétrico cuando en las partidas no se paga esa actividad y tampoco está indicado en los planos. Es un caso de exceso de calidad no solicitada.	Debido a la altura del encofrado, los filos se estropeaban al desencofrarse, por ello el maestro indico a una cuadrilla de albañiles que mejore el acabado de los sobrecimientos.	Solo se dará un acabado rápido tipo solaqueo después del desencofrado del sobrecimiento y se tratará de utilizar fenólico nuevo para evitar desperfectos.	Maestro Quico	
4	Esperas	Se tiene personal de acero esperando debido a que se está picando el concreto seco en los fierros que queda después de los vaciados del día anterior.	Ocurre porque al momento de realizar el vaciado de un elemento el concreto salpica a toda la zona aledaña producto de la fuerza con la que la bomba lo expulsa.	Se limpiará con un trapo húmedo una hora después del vaciado, a fin de que o se endurezca y sea más dificultoso limpiarlo al día siguiente.	Maestro Quico	

Figura 64: Go to gemba desarrollados

En el go to gemba se verifico desperdicios de inventario, movimientos innecesarios, sobre procesamiento, sobreproducción, retrabajos y esperas.

El desperdicio de movimientos innecesarios se generó por los largos viajes que el personal empezó a realizar para hacer uso de los servicios higiénicos. Para solucionar esto se indicó al maestro, que el baño químico debía acompañar continuamente al avance de las cuadrillas, en especial en este frente que era lineal.

El sobreprocesamiento tuvo su origen debido a que el maestro del frente estaba tarrajeando el filo de los sobrecimientos del cerco, esto consumía horas hombre y recursos que no se iban a cobrar y que el cliente no había solicitado. Es un claro ejemplo de sobre calidad al producto. Para solucionar esto se indicó al maestro que cese la actividad y que se instruya a la cuadrilla de albañiles mejorar el acabado en el vaciado de sobrecimiento.

El desperdicio de esperas se debió a que el recurso crítico (prefabricados de cerco tipo UNI) llegaba en pésimas condiciones de calidad por parte del proveedor uno y llegaban en desorden por parte del proveedor dos. Para solucionar esto se realizó visitas a la planta de prefabricados de cada proveedor. Se les explicó la problemática y se les presento la solución. Se hizo que los despachos de prefabricados lleguen en orden y con una mejor calidad.

Las esperas también se generaron porque el personal tenía que esperar la culminación de la limpieza de acero que estaba lleno de concreto a causa del vaciado de concreto anterior. Para solucionar esto se le indicó al maestro que después del vaciado, aproximadamente una hora después, limpie la parte baja de los aceros de sobrecimiento con un trapo húmedo para disminuir el tiempo que se invertía en limpiar aceros.

Todos los GTG realizados se encuentran en el anexo 04 de la presente investigación.



4.3.7. MEDICIONES DE OBRA PARA VERIFICAR RESULTADOS

Se muestra los indicadores de gestión SPI y CPI después de la implementación Lean.

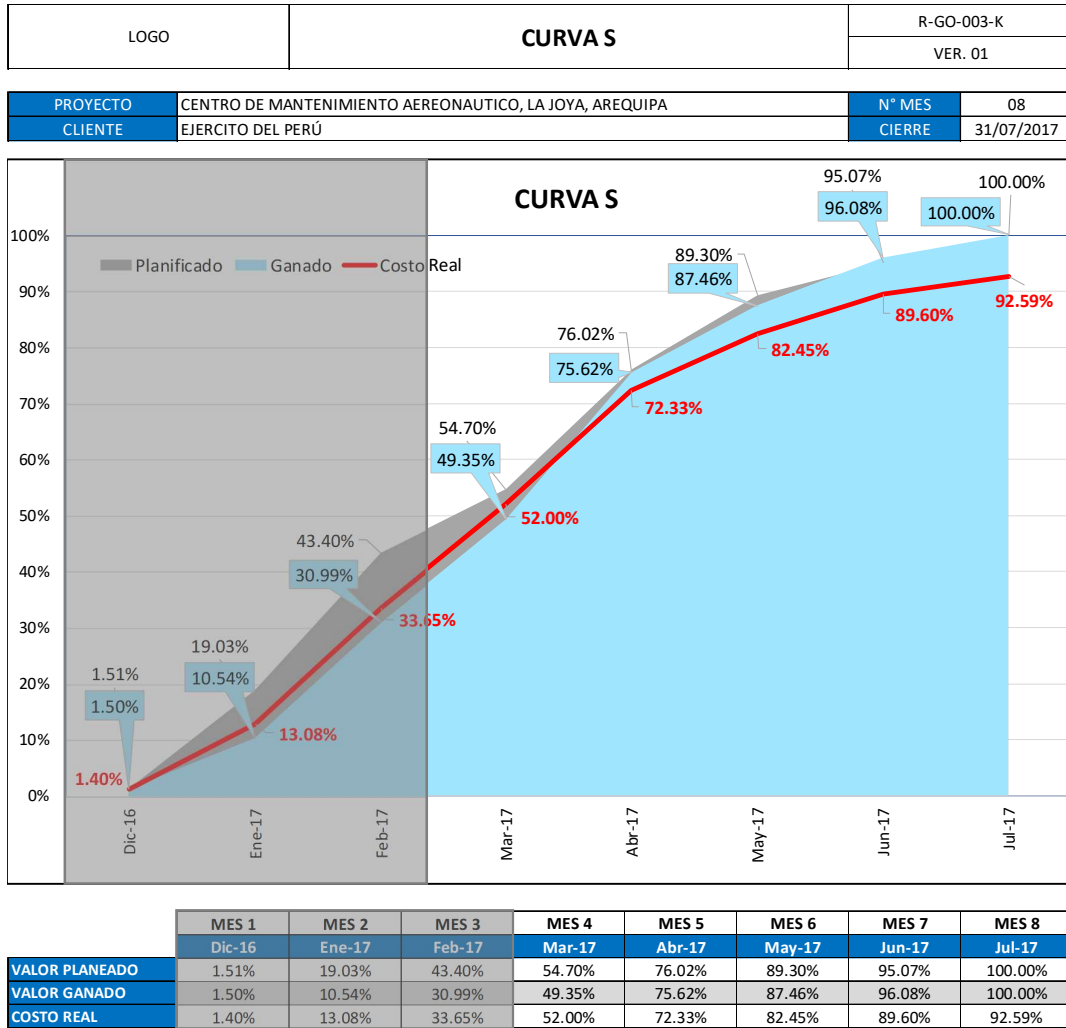


Figura 65: Curva S después de la implementación

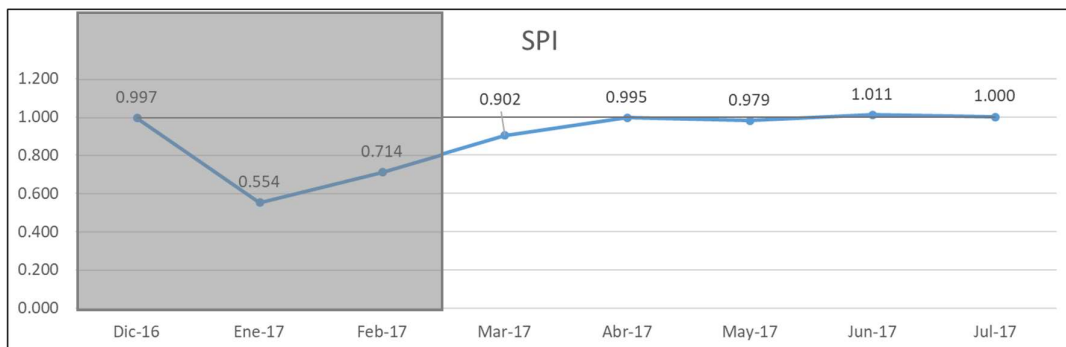


Figura 66: Histórico del SPI después de la implementación

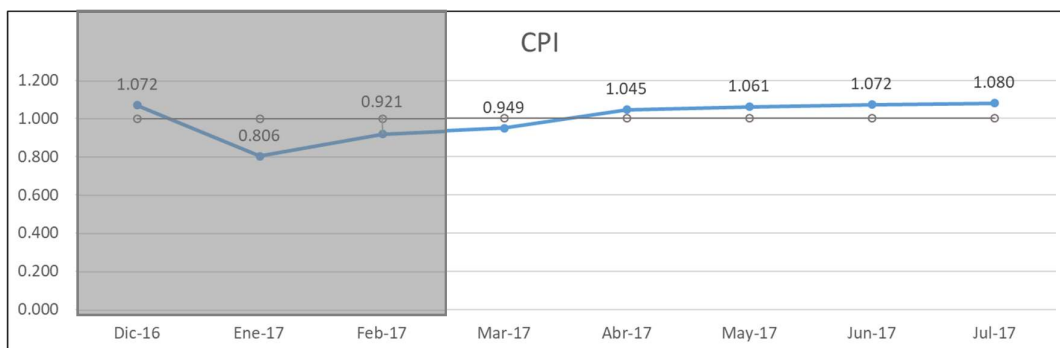


Figura 67: Histórico del CPI después de la implementación

El promedio del SPI fue de 0.977 lo cual es algo negativo, pero respecto a la medición inicial representa una mejora.

El promedio del CPI fue de 1.041 lo cual es algo positivo, respecto a la medición inicial representa una mejora. Indica que se ha gastado menos de lo esperado para ejecutar los trabajos avanzados a la fecha.

Los resultados que se obtuvieron después de la implementación en la dimensión de producción fueron los siguientes:

Tabla 9: Registro de mediciones después de la implementación

		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO	
		Cant	%	Cant	%	Cant	%	Cant	%	Cant	%
TP		233	29%	339	42%	305	38%	323	40%	154	39%
P	Proceso de transformación	233	29%	339	42%	305	38%	323	40%	154	39%
TC		235	29%	229	29%	235	29%	223	28%	130	33%
T	Transporte	94	12%	107	13%	39	5%	89	11%	43	11%
M	Mediciones	19	2%	5	1%	11	1%	15	2%	3	1%
I	Recibir/dar instrucciones	67	8%	44	6%	86	11%	54	7%	20	5%
L	Limpieza/ordenar	24	3%	38	5%	27	3%	55	7%	4	1%
X	Otros X	31	4%	35	4%	72	9%	10	1%	60	15%
TNC		332	42%	232	29%	260	33%	254	32%	116	29%
V	Viajes	218	27%	137	17%	160	20%	129	16%	48	12%
O	Tiempo ocioso	14	2%	9	1%	13	2%	16	2%	2	1%
E	Esperas	73	9%	41	5%	35	4%	48	6%	12	3%
R	Trabajo rehecho	1	0%	0	0%	2	0%	0	0%	0	0%
D	Descanso	19	2%	39	5%	45	6%	55	7%	49	12%
B	Necesidades fisiológicas	2	0%	4	1%	3	0%	2	0%	0	0%
Y	Otros Y	5	1%	2	0%	2	0%	4	1%	5	1%
		800	100%	800	100%	800	100%	800	100%	400	100%



La distribución general de los resultados se muestra a continuación:

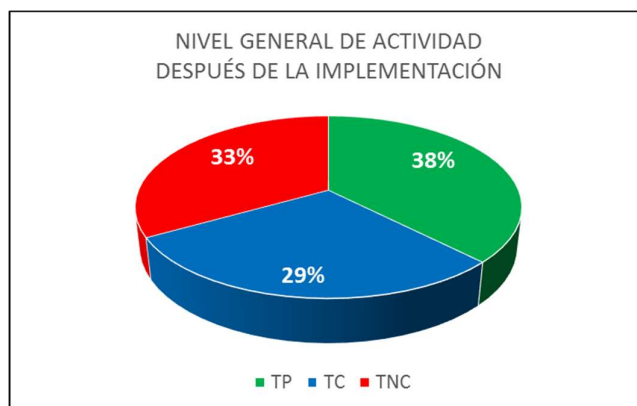


Figura 68: Distribución de los tipos de trabajos después de la implementación

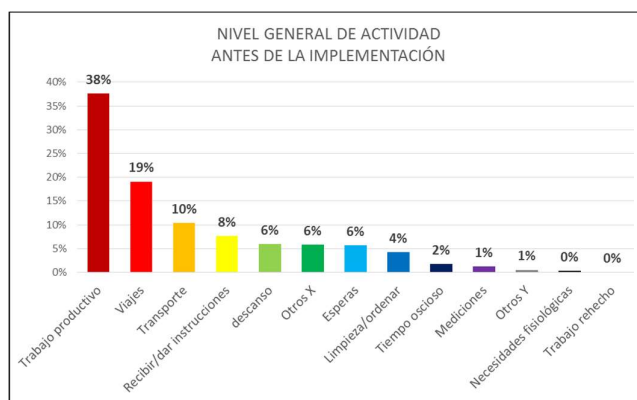


Figura 69: Desagregado del NGA después de la implementación

Se observa que el trabajo productivo subió a un 38% del tiempo. Este porcentaje de TP ahora es más alto que el TP promedio que el estudio de Morales y Galeas determinó en el año 2006; lo cual es algo positivo. También se observa que ahora el porcentaje de tiempo en espera disminuyó a 6%. El trabajo contributivo es de 29% y el trabajo no contributivo es 33%

Se muestra también los resultados obtenidos en la dimensión de calidad después de la implementación:



NÚMERO DE NO CONFORMIDADES DEL PROYECTO

Etiquetas de fila	Suma de CONTEO
Ene	5
Feb	2
Mar	2
Abr	0
May	1
Jun	5
Jul	0
Total general	15



TIPO

Externa

Interna

FECHA DE NC

Ene - Jul 2017

MESES

2017

ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SET OCT NOV DIC

Figura 70: No conformidades internas antes de la implementación

Se observa en el gráfico que el promedio de las no conformidades es de 1.6, lo cual representa una disminución respecto a las mediciones iniciales.

NÚMERO DE NO CONFORMIDADES DEL PROYECTO

Etiquetas de fila	Suma de CONTEO
Ene	3
Feb	0
Mar	2
Abr	0
May	1
Jun	2
Jul	0
Total general	8



TIPO

Externa

Interna

FECHA DE NC

Ene - Jul 2017

MESES

2017

ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SET OCT NOV DIC

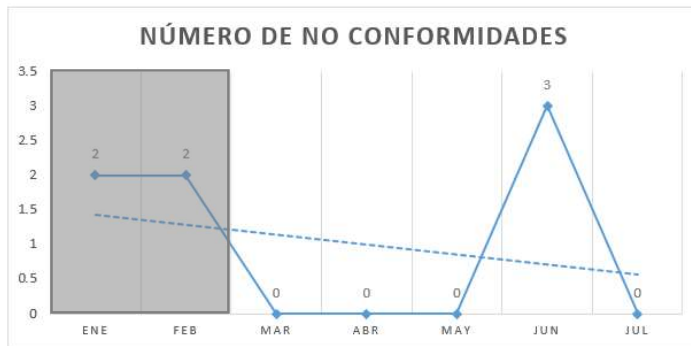
Figura 71: No conformidades externas antes de la implementación

Se observa en el gráfico que el promedio de las no conformidades externas es de 1.0, lo cual representa una mejora respecto a las mediciones que se iniciaron antes de la implementación.



NÚMERO DE NO CONFORMIDADES DEL PROYECTO

Etiquetas de fila	Suma de CONTEO
Ene	2
Feb	2
Mar	0
Abr	0
May	0
Jun	3
Jul	0
Total general	7



TIPO

Externa

Interna



Figura 72: No conformidades internas antes de la implementación

Se observa en el gráfico que el promedio de las no conformidades internas es de 0.6, lo cual es una mejora sustancial respecto a las mediciones iniciales.

Por último, se muestra los resultados de los indicadores de la dimensión de Seguridad antes de la implementación:

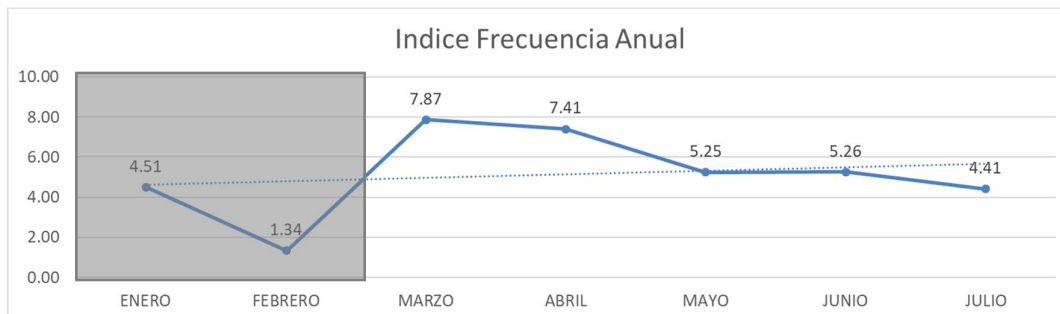


Figura 73: Índice de frecuencia anual después de la implementación

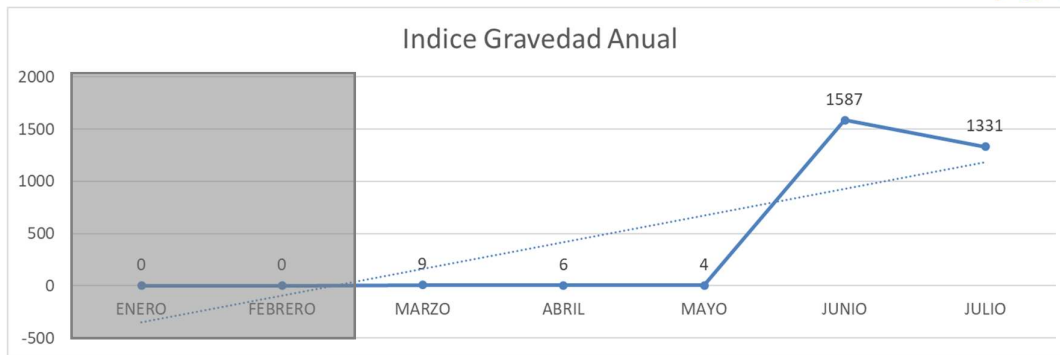


Figura 74: Índice de gravedad anual después de la implementación

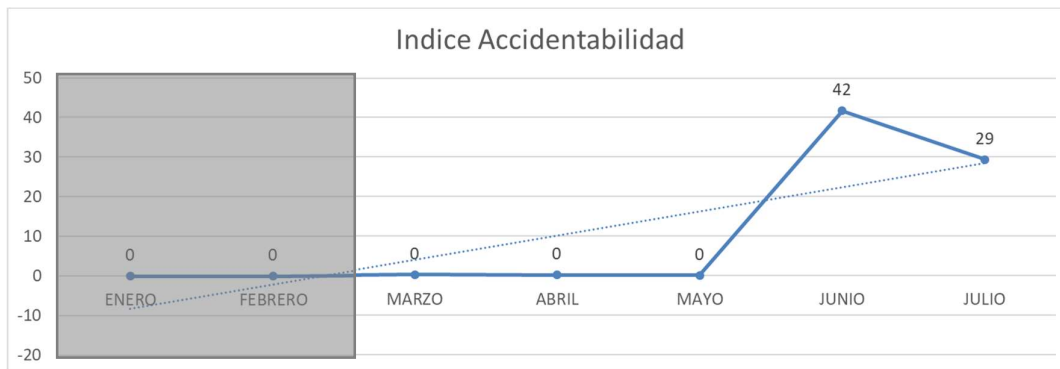


Figura 75: Índice de accidentabilidad después de la implementación

Se aprecia que el índice de frecuencia tiene un promedio de 6.04, el índice de gravedad tiene un promedio de 583.60 y el índice de accidentabilidad tiene un promedio de 14.20. Los tres resultados son mayores a los obtenidos en las mediciones previas, lo cual es algo negativo.



4.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La variable desempeño de la construcción (variable dependiente) según lo indicado en el ítem “Operacionalización de las variables” tiene las siguientes dimensiones: gestión, producción, calidad y seguridad.

Para cada dimensión se seguirá los siguientes pasos: presentación de resultados; análisis, interpretación y discusión de los resultados; y luego se realizará la prueba de hipótesis.

Los resultados de los diferentes indicadores para cada dimensión se presentarán antes y después del cambio de sistema de control de la producción (variable independiente). Es decir, antes y después de la implementación del Lean Construction.

4.4.1. DIMENSIÓN DE GESTIÓN DEL PROYECTO

En la figura 76 se muestra el desarrollo de la curva S a lo largo de los meses de ejecución de obra del sector de mantenimiento del proyecto.

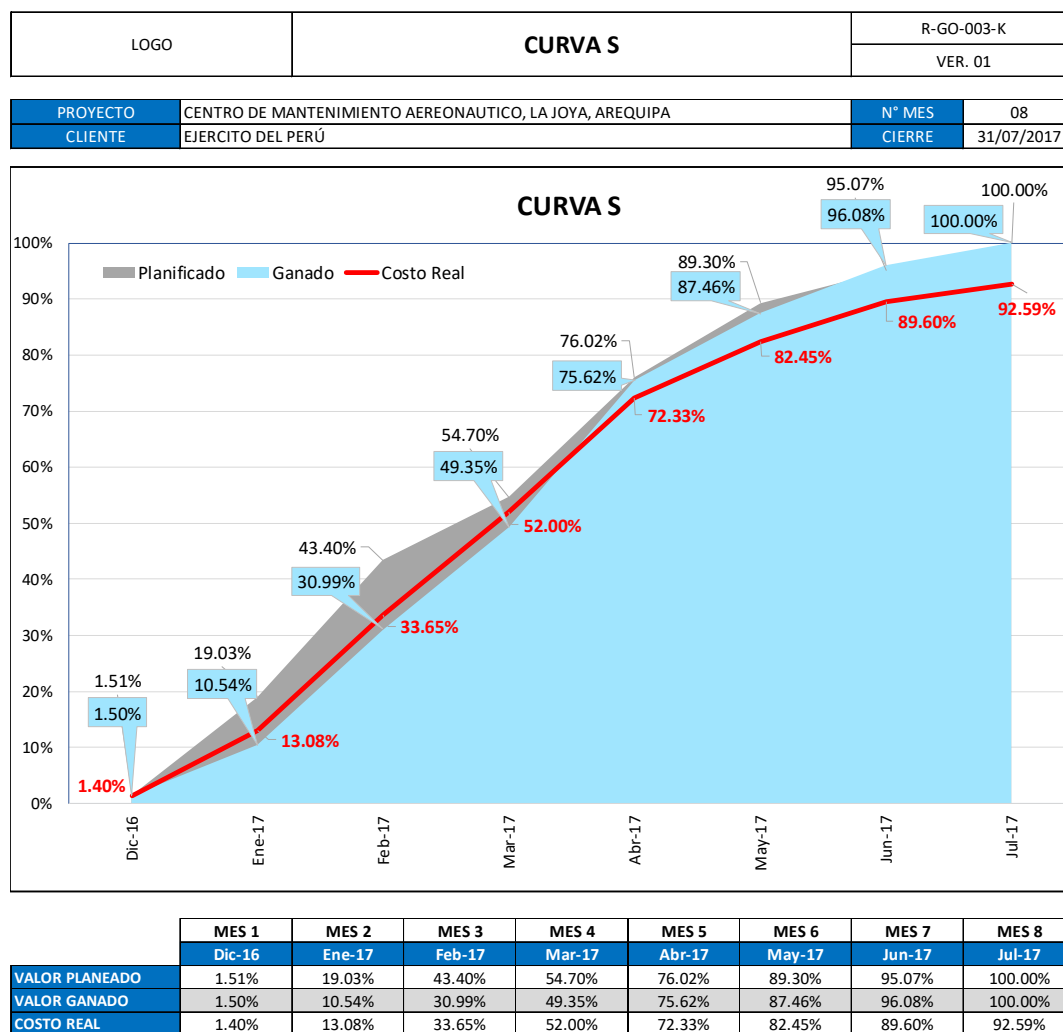


Figura 76: Curva S



Tabla 10: Histórico de los indicadores de gestión

LOGO		HISTORICO DE INDICADORES DE GESTIÓN						R-GO-003-K VER. 01	
PROYECTO	CENTRO DE MANTENIMIENTO AEREONAUTICO, LA JOYA, AREQUIPA						N° MES	08	
CLIENTE	EJERCITO DEL PERÚ						CIERRE	31/07/2017	
BAC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ene-00	Ene-00	Ene-00	Ene-00	Ene-00	Ene-00	Ene-00	Ene-00	Ene-00
S/13,270,083.54	16/12/2016	01/01/2017	01/02/2017	01/03/2017	01/04/2017	01/05/2017	01/06/2017	01/07/2017	
	31/12/2016	31/01/2017	28/02/2017	31/03/2017	30/04/2017	31/05/2017	30/06/2017	31/07/2017	
SITUACIÓN DEL MES									
SV	1.51%	19.03%	43.40%	54.70%	76.02%	89.30%	95.07%	100.00%	
EV	1.50%	10.54%	30.99%	49.35%	75.62%	87.46%	96.08%	100.00%	
AC	1.40%	13.08%	33.65%	52.00%	72.33%	82.45%	89.60%	92.59%	
INDICADORES DE DESEMPEÑO									
SPI	0.997	0.554	0.714	0.902	0.995	0.979	1.011	1.000	
CPI	1.072	0.806	0.921	0.949	1.045	1.061	1.072	1.080	
ESTIMACIONES DEL PROYECTO									
SIMULACIÓN 1									
ETC	98%	89%	69%	51%	24%	13%	4%	0%	
EAC	100%	103%	103%	103%	97%	95%	94%	93%	
UTI. MAR.	0%	-3%	-3%	-3%	3%	5%	6%	7%	

Al revisar la curva S se aprecia que en los primeros meses del proyecto empezó a caer en retraso. A partir del cambio de enfoque en la variable independiente (control de la producción utilizando Lean Construction), el retraso se disminuyó progresivamente. Habiéndose de esperar hasta el mes siete para poder pasar de un retraso a un “adelanto”. Esto se evidencia porque la curva de ejecución (celeste) recién pasa a estar encima de la curva programada (ploma) en el mes de junio. Básicamente al final, gracias a la implementación se pudo cumplir la meta del cronograma.

En cuanto al costo, al ver la curva S, se aprecia que en el primer mes el resultado fue positivo, los costos estuvieron por debajo de los ingresos. En los tres meses sucesivos, de enero a marzo, el resultado fue negativo. Esto se evidencia porque la curva roja de costo real estuvo debajo de la curva de avance ejecutado (curva celeste). En los cuatro últimos meses el resultado económico se pudo mejorar y mantener en verde; lo cual es algo positivo.



RESULTADOS DE LA SUBDIMENSIÓN TIEMPO

Al observar el indicador SPI se evidencia un leve retraso, con SPI 0.997 menor a 1, en el mes uno. Un fuerte retraso en el mes dos y tres; con SPI de 0.554 y 0.714 respectivamente. Una mejora del retraso en los meses cuatro, cinco y seis; con SPI de 0.902, 0.995 y 0.979 respectivamente. Y un paso a positivo en los meses siete y ocho; con SPI de 1.011 y 1.000 respectivamente. Se tuvo que esperar hasta el mes siete para ver un resultado positivo en el cronograma.

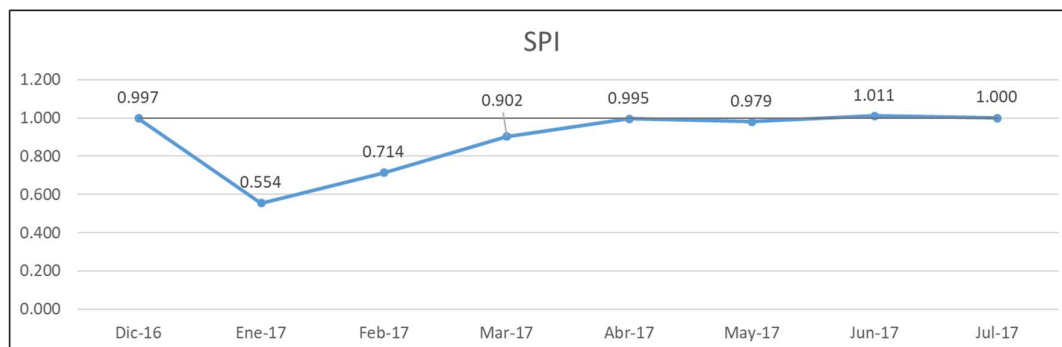


Figura 77: Histórico del SPI

RESULTADOS DE LA SUBDIMENSIÓN COSTO

Al observar el indicador CPI (indicador de performance del presupuesto) se evidencia un resultado positivo en el mes uno, con CPI de 0.001. Un fuerte resultado rojo en el mes dos con CPI de 0.806. Una recuperación progresiva en los meses tres y cuatro; con CPI de 0.921 y 0.949 respectivamente. Y una mejora positiva, con CPI mayor a 1, en los cuatro últimos meses; con CPI de 1.045, 1.061, 1.072 y 1.080 respectivamente.

Si bien se tuvo que esperar al séptimo mes para que el resultado del cronograma sea positivo, el resultado del presupuesto empezó a estar en positivo a partir del mes cinco.

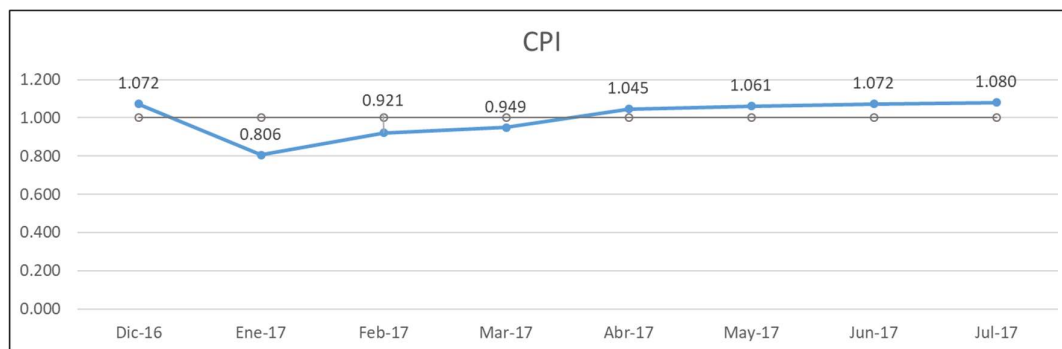


Figura 78: Histórico del CPI



A lo largo de los meses, en base al SPI y CPI se hacían proyecciones sobre cuanto terminaría costando el proyecto y por ende cuanto quedaría de utilidad margen del costo directo y de los gastos generales. En los cuatro primeros meses, en base a la combinación de los dos indicadores de gestión antes mencionados, la utilidad margen era desalentadora con porcentajes de 0%, -3%, 3% y -3% respectivamente para cada mes. A partir del quinto mes se mejora el costo y la utilidad margen proyectada hasta el mes siete; con proyección de utilidad margen de 3%, 5% y 6% respectivamente. Se cierre el octavo mes con una utilidad margen de 7%.

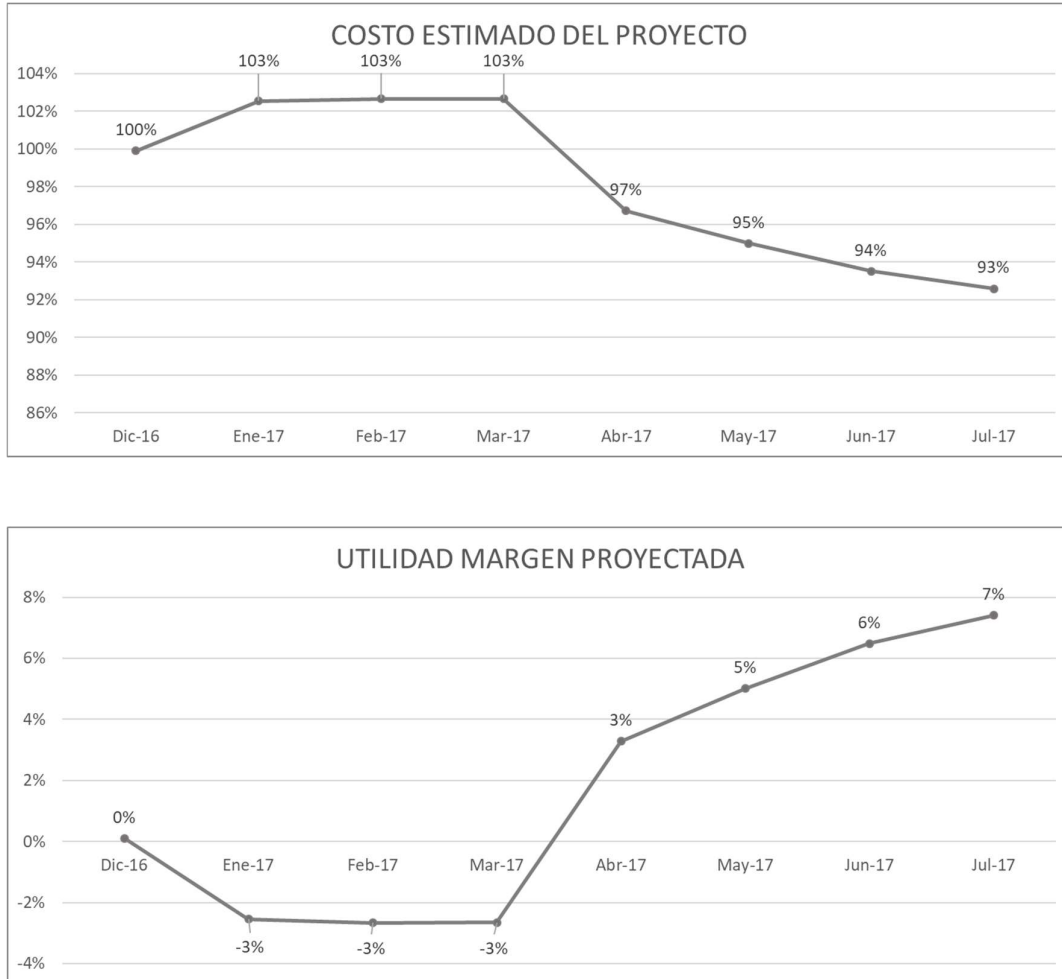


Figura 79: Histórico de las proyecciones de costo total del proyecto y utilidad margen

Esto se relaciona directamente a la mejora de los indicadores SPI y CPI debido a la implementación Lean. Por lo tanto, se prueba que la implementación Lean Construction si mejora el desempeño de la construcción en su dimensión de gestión.



4.4.2. DIMENSIÓN DE PRODUCCIÓN

Se muestra el avance histórico del nivel general de actividad. Se aprecia que el TP del proyecto tiene una línea de tendencia en aumento, que es precisamente lo que se necesitaba obtener.

FECHA	TP %	TC %	TNC %
2017			
Ene	28%	33%	39%
Feb	20%	48%	32%
Mar	29%	29%	42%
Abr	42%	29%	29%
May	38%	29%	33%
Jun	40%	28%	32%
Jul	39%	33%	29%
TOTAL	34%	33%	34%

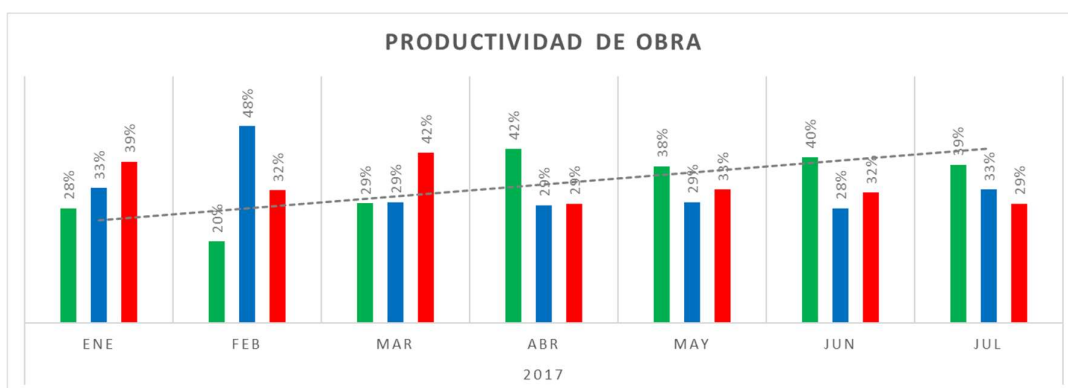


Figura 80: Histórico del nivel general de actividad

RESULTADOS DE LA SUBDIMENSIÓN TRABAJO PRODUCTIVO

Se muestra el avance histórico del trabajo productivo mes a mes.

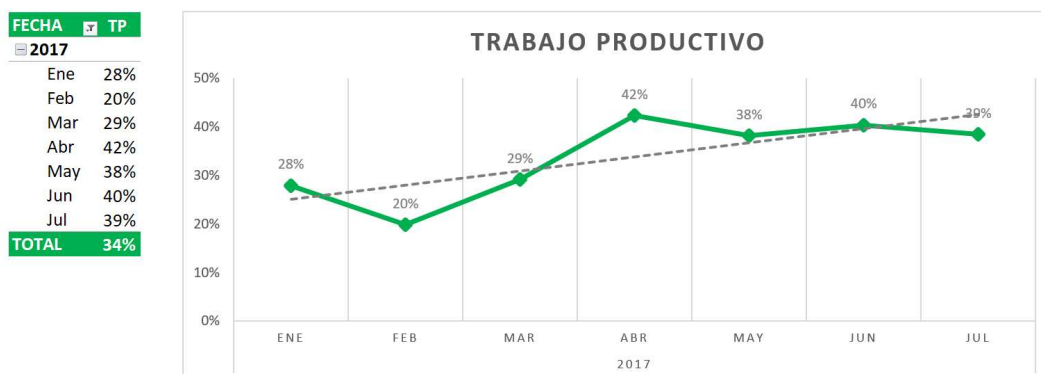


Figura 81: Histórico del trabajo productivo



Se partió en el mes de enero con un TP de 28%, llegando a su nivel más bajo en el mes de febrero con un TP de 20%. Se aprecia que el trabajo productivo subió progresivamente en los dos meses siguientes con TP de 29% y 49%. Esto hasta alcanzar un nivel de “equilibrio” que se mantuvo con pequeñas subidas y bajadas a lo largo de los meses siguientes con TP de 38%, 40% y 39% respectivamente para mayo, junio y julio. En general la línea de tendencia está en aumento, esto es algo positivo.

Es preciso mencionar que el estudio línea base tiene un TP de 32%, el cual se superó a partir del mes cuatro con la implementación Lean Construction.

RESULTADOS DE LA SUBDIMENSIÓN TRABAJO CONTRIBUTORIO

Se muestra el avance histórico del trabajo contributorio mes a mes.

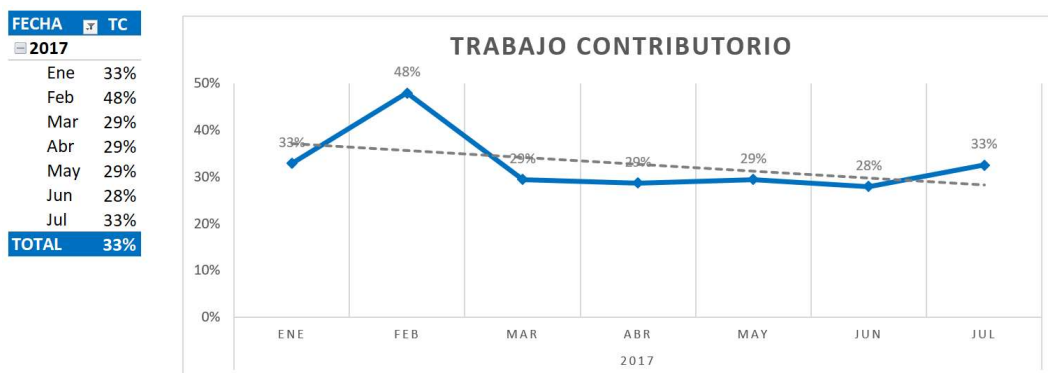


Figura 82: Histórico del trabajo contributorio

El primer mes se obtuvo un TC de 33%. Se llegó al nivel más alto de TC en el mes de febrero con un TC de 48%. Se aprecia, también, que el trabajo contributorio disminuyó repentinamente al mes siguiente de iniciar la implementación pasando a un 29% de TC. Después el TC se mantuvo equilibrado a lo largo de los meses siguientes con pequeñas disminuciones; con porcentajes de 29%, 29%, y 28%. Se observa también que en el mes de julio sufrió un alza, hasta alcanzar un TC de 33%. En este caso también puede indicarse que el trabajo contributorio alcanzó un “equilibrio”.

Se concluye que en general la línea de tendencia está en disminución, esto es algo positivo. También se menciona que el TC del estudio línea base es de 43%. Dicho TC se superó a partir del mes de marzo hasta el final con TC siempre menores.



RESULTADOS DE LA SUBDIMENSIÓN TRABAJO NO CONTRIBUTORIO

Se muestra el avance histórico del trabajo no contributorio mes a mes.



Figura 83: Histórico del trabajo no contributorio

El primer mes se obtuvo un TNC de 39%, lo cual respecto al estudio línea base de 25% es alto. Luego en el mes dos se obtuvo un TNC de 32%. Se aprecia que el trabajo no contributorio aumento al mes siguiente después de la implementación con TNC de 42% (lo cual fue su valor histórico más alto). Esto es algo negativo, pero entendible en procesos de cambio.

Se tuvo que esperar dos meses para ver resultados que reflejen una disminución. A partir del mes de abril hasta el final se obtuvo valores de TNC de 29%, 33%, 32% y 29% respectivamente para cada mes. El TNC se mantuvo en constante disminución a lo largo de meses. También se aprecia que en general la línea de tendencia está en disminución, lo cual es algo positivo. No se pudo superar el TNC de 25% del estudio línea base, pero los resultados obtenidos son alentadores.



4.4.3. DIMENSIÓN DE CALIDAD

RESULTADOS DE LA SUBDIMENSIÓN NÚMERO DE NO CONFORMIDADES

NÚMERO DE NO CONFORMIDADES DEL PROYECTO



Figura 84: Histórico de las no conformidades internas y externas

Se observa en el gráfico general un comportamiento no uniforme en la emisión de no conformidades. Con valores de 5, 2, 2, 0, 1, 5 y 0 emisiones de NC totales a lo largo de cada mes. Sin embargo, puede observarse que la línea de tendencia está en descenso, lo cual es algo positivo. Además, en el corte antes de la implementación se tenía un promedio de 3.5 no conformidades por mes; mientras que después de la implementación el promedio bajó a 1.6 no conformidades por mes. Esto representa una mejora.

NÚMERO DE NO CONFORMIDADES DEL PROYECTO



Figura 85: Histórico de las no conformidades externas



En el gráfico de no conformidades externas también se observa un comportamiento no uniforme a lo largo de los meses, con valores de 3, 0, 2, 0, 1, 2 y 0 respectivamente. La línea de tendencia está en descenso, lo cual es bueno. Las no conformidades externas pasaron de un promedio de 1.5 NCE por mes antes de la implementación a 1.0 NCE por mes después de la implementación. Esto representa una mejora

NÚMERO DE NO CONFORMIDADES DEL PROYECTO



Figura 86: Histórico de las no conformidades internas

En el gráfico de no conformidades internas también se observa un comportamiento no uniforme de los resultados. Con resultados de 2, 2, 0, 0, 0, 3 y 0 NCI para cada mes respectivamente.

Se pasó de 2.0 NCI por mes antes de la implementación a 0.6 NCI por mes después de la implementación.

Es preciso mencionar que mientras más no conformidades internas haya por parte del área de calidad, en teoría se tendría menos no conformidades externas por parte de la supervisión. Esto, siempre y cuando, se cumplan las acciones correctivas para que los errores de calidad no se vuelvan a repetir.

Las no conformidades obedecieron a desfase de placas, cangrejeras en elementos verticales, doblado de tubería por recalentamiento, buzones con grietas, incorrecta forma de almacenar el acero, niveles incorrectos de solado, entre otros.

En base al comportamiento de las no conformidades, se prueba que después de hacer el cambio del sistema de producción tradicional a Lean se presenta una mejora en los indicadores de calidad. Además, se consiguió un trabajo colaborativo y de mucha comunicación entre las áreas de producción y calidad al momento de implementar acciones preventivas que eviten más errores.



4.4.4. DIMENSIÓN DE SEGURIDAD

RESULTADOS DE LA SUBDIMENSIÓN ÍNDICES DE SEGURIDAD

Al observar el gráfico del índice de frecuencia de accidentes se observa una tendencia a la baja. Esto indica que a lo largo de los meses los incidentes y accidentes fueron disminuyendo en obra. Pero al observar el gráfico del índice de gravedad se observa una tendencia al alza. Por cuestiones particulares, en el mes de junio, ocurrió un hecho lamentable en el proyecto. Un accidente fatal cobro la vida de un trabajador. Este accidente se refleja en una elevación dramática en el índice de gravedad de junio. El acumulado fue disminuyendo al mes siguiente. Por otro lado, el gráfico del índice de accidentabilidad al considerar al IF y al IG multiplicados muestra una forma parecida al gráfico del índice de gravedad.

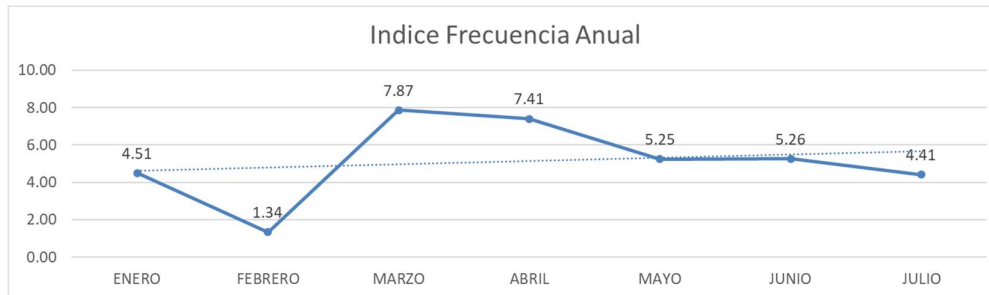


Figura 87: Histórico del índice de frecuencia anual

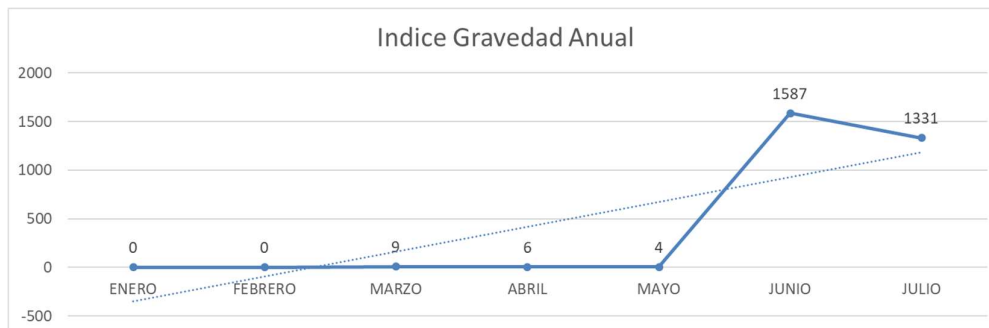


Figura 88: Histórico del índice de gravedad anual

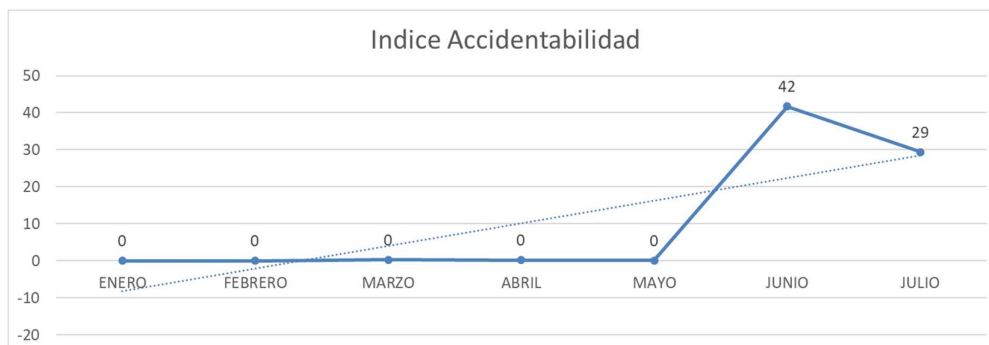


Figura 89: Histórico del índice de accidentabilidad



4.4.5. CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS

Se muestra el cuadro resumen de los resultados obtenidos en los diferentes indicadores antes y después de la implementación Lean. Esto corresponde a los resultados de la pre-prueba y post prueba según el diseño de investigación.

Tabla 11: Cuadro comparativo de los indicadores de la variable dependiente

DIMENSIÓN	COD	INDICADOR	ANTES	DESPUES
GESTIÓN	SPI	Indicador del desempeño del cronograma	0.755	0.977
	CPI	Indicador del desempeño del presupuesto	0.933	1.041
PRODUCCIÓN	TP	TRABAJO PRODUCTIVO	25%	38%
	P	Productivo	25%	38%
	TC	TRABAJO CONTRIBUTIVO	39%	29%
	T	Transporte	13%	10%
	M	Mediciones	3%	1%
	I	Recibir/dar instrucciones	5%	8%
	L	Limpieza/ordenar	5%	4%
	X	Otros X	13%	6%
	TNC	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	36%	33%
	V	Viajes	12%	19%
	O	Tiempo ocioso	2%	2%
	E	Esperas	15%	6%
	R	Trabajo rehecho	2%	0%
	D	Descanso	4%	6%
	N	Necesidades fisiológicas	0%	0%
	Y	Otros Y	1%	1%
CALIDAD	NC	NO CONFORMIDADES	3.50	1.60
	NCI	No conformidades internas	2.00	1.00
	NCE	No conformidades externas	1.50	0.60
SEGURIDAD	IFa	Índice de frecuencia anual	2.92	6.04
	IGa	Índice de gravedad anual	0.00	583.60
	IA	Índice de accidentabilidad	0.00	14.20

En los indicadores de gestión se observa que el SPI promedio paso de 0.755 a 0.977 lo cual implica en el proyecto pasar de estar retrasado a nivelarse en el cronograma. El CPI promedio paso de 0.933 a 1.041 lo cual implica que el proyecto paso de estar perdiendo dinero a recuperarse y tener utilidad margen de 4.1%. Con estos valores de concluye que la implementación Lean sí mejora el desempeño de la construcción en su dimensión de gestión.

En los indicadores de producción se observa de manera global que los trabajos no contributivos disminuyeron en 3%, los trabajos contributivos disminuyeron en 10% y los trabajos productivos aumentaron en 13%. Esto implica una mejora de la productividad y del desempeño de la construcción.

Las mejoras específicas que se pueden apreciar son la disminución del tiempo dedicado a transporte en 3%, las mediciones disminuyeron en 2%, los trabajos contributivos no categorizados disminuyeron en 7%, los trabajos rehechos disminuyeron en 2% y las esperas



disminuyeron en 9%. Como efecto negativo se observa un aumento de 7% en viajes, 2% en descanso y 3% en instrucciones.

Se resume de esta manera que el nuevo TP de 38% superó el 32% de TP promedio que el estudio línea base de Morales y Galeas determinó en el año 2006. El nuevo TC de 29% superó al 43% del TC promedio del estudio línea base; lo cual es algo positivo. Pero que el nuevo TNC de 33% no superó al 25% del TNC promedio del estudio línea base.

Estos resultados comprueban que efectivamente después de hacer el cambio del sistema de producción tradicional a Lean Construction, sí se mejora el desempeño de la construcción en su dimensión de producción.

En los indicadores de calidad se aprecia que de forma general las no conformidades pasaron de 3.50 NC promedio antes de la implementación a 1.60 NC promedio después de la implementación. En las NCI se pasó de 2.0 a 1.0 y en las NCE se pasó de 1.5 a 0.6. En los tres casos hubo una disminución de errores de calidad. Por lo cual, en base a los resultados se concluye que la implementación Lean sí mejora el desempeño de la construcción en su dimensión de calidad.

En los indicadores de seguridad se aprecia que el índice de frecuencia anual paso de 2.92 IFa a 6.04 IFa, el índice de gravedad anual pasó de 0.00 IGa a 583.60 IGa y el índice de accidentabilidad paso de 0.00 IA a 14.20 IA. Por lo cual, en base a los indicadores se descarta la hipótesis de que la implementación Lean mejora el desempeño en su dimensión de seguridad.

A su vez, en base a la realidad presenciada en obra, se concluye que los indicadores de seguridad están influenciados por más factores que la coordinación y anticipación. Como ejemplo de otros factores pueden mencionarse la responsabilidad, el cumplimiento de reglas y la toma de conciencia, entre otros.

Sin embargo, es preciso mencionar que debido a la implementación Lean, se evitó muchas paralizaciones de obra, reducción de observaciones de seguridad y se mejoró las coordinaciones entre el área de producción y seguridad. Todo ello debido a que las restricciones del área de seguridad se identificaban con semanas de anticipación y a que se promovió una comunicación constante entre todas las áreas. Esto también se observa en el gráfico del índice de frecuencia, que contabiliza la cantidad de accidentes con tiempo perdido, y que estuvo en disminución.



4.5. APORTES PRODUCTO DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.5.1. APLICACIÓN DE LEAN A DIFERENTES NATURALEZA DE PROYECTOS

En la aplicación de Lean Construction a este caso, se pudo trabajar con diferentes naturalezas de proyectos, debido a su complejidad y a la diversidad de especialidades que implicó. En todos los casos se evidencio la aplicabilidad de la nueva filosofía de trabajo y los beneficios que esta trae consigo al implementarla.

En el proyecto se planificó y ejecutó obras de edificación, estructura metálica, pavimento rígido, pavimento flexible, instalaciones, cerco perimétrico, línea de conducción de agua y redes exteriores. La teoría indica que el Lean Construction puede aplicarse a todo tipo de proyectos, en tal sentido esta investigación valida que efectivamente Lean sí se puede aplicar a proyectos de infraestructura aérea.

En el anexo 12 Y 11 se adjuntan fotografías de la implementación y de la ejecución de las diferentes naturalezas de trabajo en el proyecto.

4.5.2. LISTADO DE ACTIVIDADES CATEGORIZADAS

Según la presentación de la obra, esta cuenta con diferentes naturalezas de proyectos. De los cuales, los componentes a los componentes que se les definió un listado de actividades, por tener un carácter más diferenciado, fueron los siguientes:

- ✓ Edificaciones.
- ✓ Estructuras metálicas.
- ✓ Pavimento rígido.
- ✓ Cerco perimétrico.
- ✓ Línea de conducción.

El listado de actividades categorizadas en trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC) para diferentes naturalezas de proyectos permitirá hacer comparables las mediciones de productividad entre diferentes obras.

El listado de todas las actividades categorizadas y divididas por naturaleza de proyecto se podrá encontrar en el anexo 13.

4.5.3. LECCIONES APRENDIDAS

Para la finalización de cada fase se realizó una reunión de lecciones aprendidas con el staff y los principales involucrados de la fase respectiva. La identificación de lecciones aprendidas se hizo de forma visual en una pizarra acrílica y con plumones. Antes de empezar la identificación de lecciones aprendidas, se realizaba una pequeña sensibilización a los participantes, a fin de que se quiten el “escudo” de excusas y acepten los errores cometidos para la mejora continua. El objetivo de esta reunión no era buscar culpables a los problemas enfrentados a lo largo de toda la fase; sino identificar los problemas que se tuvieron para que no se vuelvan a repetir en lo que quedaba del proyecto y más aún para que no se vuelvan a repetir en los otros proyectos.

Las lecciones aprendidas consistían en aquellas ideas, decisiones y acciones que se hicieron bien para repetirlas y aquellas que se hicieron mal para corregirlas. Estas lecciones identificadas en la reunión se trasladaron a un formato digital, formato que se compartía con todos los involucrados y se almacenaba en los registros de la empresa para futuros proyectos similares. El compendio de lecciones aprendidas puede leerse en el anexo 14 de la presente investigación.



4.5.4. MANUAL DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Para facilitar la implementación en este proyecto y en todos los proyectos de la empresa se elaboró un manual del sistema de producción basado en Lean Construction. Este manual contiene la teoría, explicaciones y formatos de los diferentes componentes y herramientas del sistema.

El contenido del manual es el siguientes:

1. Teoría
2. Políticas del sistema
3. Planificación
4. Control
5. Caja de herramientas Lean
6. Reuniones
7. Gestión del conocimiento
8. Auditorías

Este manual se comparte con la comunidad académica y profesional, en armonía con el principio de difusión del conocimiento y en aras del crecimiento Lean en la industria de la construcción del país. Este manual no es autoría exclusiva del autor de la investigación, sino que es una creación colectiva de diferentes ingenieros, consultores y asesores de la empresa participante y de empresas anteriores que en cada nueva versión del mismo han aportado con sus modificaciones. Este manual puede editarse y difundirse. Se adjunta el manual completo en el anexo 15.



CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA.

5.1. CONCLUSIONES

Como conclusión general, en base a la hipótesis general planteada al inicio de la investigación:

- ✓ Se determina que el desempeño de la construcción sí se mejora cuando se implementa Lean Construction en el control de la producción.

En base a las hipótesis específicas planteadas y a los resultados de la investigación resumidos en la tabla 11 se concluye lo siguiente:

- ✓ Se determina que la implementación de Lean Construction en el control de la producción sí mejora los indicadores de gestión: tiempo y costo. En la presente investigación el proyecto pasó en el cronograma de un SPI de 0.755 a un SPI de 0.997 (de retraso a cumplimiento) y en el presupuesto paso de una CPI de 0.9333 a un CPI de 1.041 (de pérdida a ganancia).
- ✓ Se determina que la implementación de Lean Construction en el control de la producción sí mejora los indicadores de producción. Se pasó de un TP de 25%, TC de 39% y TNC de 36% a un TP de 38%, TC de 29% y TNC de 33%. Los beneficios de la implementación de forma cuantitativa en la obra de infraestructura aérea fueron: disminución del TNC en 3%, disminución del TC en 10% y un aumento del TP en 13%, lo cual implica una mejora de la productividad. Además, se disminuyó el tiempo dedicado a transporte en 3%, las mediciones en 2%, los trabajos contributorios no categorizados en 7%, los trabajos rehechos en 2% y las esperas en 9%. Finalmente, el TP de 38% final fue mayor al TP de 32% del estudio línea base.
- ✓ Se determina que la implementación de Lean Construction en el control de la producción sí produjo una mejora en los indicadores de calidad. Se pasó de 3.5 NC a 1.6 NC no conformidades; de 1.5 NCE a 1.0 NCE no conformidades externas y de 2.0 NCI a 0.6 NCI no conformidades internas. Por otro lado, la implementación también mejoró la calidad del proyecto debido al trabajo colaborativo y de mucha comunicación entre las áreas de producción y calidad al momento de implementar acciones preventivas que eviten más errores.
- ✓ Se descarta la hipótesis de que la implementación Lean Construction en el control de la producción mejora los indicadores de seguridad. Los indicadores de seguridad dependen de muchos otros factores, en general humanos. El índice de frecuencia anual paso de 2.92 IFa a 6.04 IFa, el índice de gravedad anual pasó de 0.00 IGa a 583.60 IGa y el índice de accidentabilidad paso de 0.00 IA a 14.20 IA. Sin embargo, hubo mejoras cualitativas en la seguridad al identificarse las restricciones de dicha área con semanas de anticipación. Lo cual evito paralizaciones de obra, disminuyo observaciones y promovió una comunicación constante entre las áreas involucradas. También disminuyo la cantidad de accidentes con tiempo perdido en obra, según el grafico del índice de frecuencia.



5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda que al implementar Lean Construction, no se abandone los procedimientos actuales de la empresa. Sino que se haga un análisis y se elimine de forma progresiva los procesos que no agregar valor. En esta investigación se utilizó el método del valor ganado, anterior a Lean en la empresa, para evidenciar los impactos que la nueva implementación ofrecía.
- ✓ Se recomienda utilizar el listado de actividades catalogadas para el cálculo del nivel general de actividad en obra. Así las mediciones serán comparables con otros proyectos.
- ✓ Se recomienda apoyarse en las similitudes que tiene la gestión de la calidad con el nuevo sistema de producción Lean para realizar una implementación más integral. Por ejemplo, realizar el análisis de causa raíz y el método de los cinco por qué.
- ✓ Se recomienda apoyarse en las similitudes que tiene el área de seguridad con el nuevo sistema de producción Lean para realizar una implementación más integral. Por ejemplo, realizar la técnica de las 5's.

5.3. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA

- ✓ Implementación de Lean Construction en un proyecto de movimientos de tierras, edificaciones de salud y obras ribereñas.
- ✓ Implementación de BIM y Lean Construction en simultáneo en un proyecto de infraestructura aérea.
- ✓ Elaboración de un sistema de gestión de proyectos que incluya lo más efectivo de las nuevas filosofías, metodologías y marcos de trabajo que están apareciendo en la industria. Ejemplo: BIM, LEAN, PMI y SCRUM.
- ✓ Implementación de Lean Construction en empresa subcontratista de especialidad única.
- ✓ Implementación de la filosofía Lean en la oficina central del contratista.
- ✓ Implementación de la filosofía Lean en la gerencia de obras del cliente: estatal (municipios, gobiernos, entre otros) o privado (mineras, inmobiliarias, fábricas, entre otros)
- ✓ Implementación del pensamiento Lean en la supervisión de obras.



CAPÍTULO 6: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

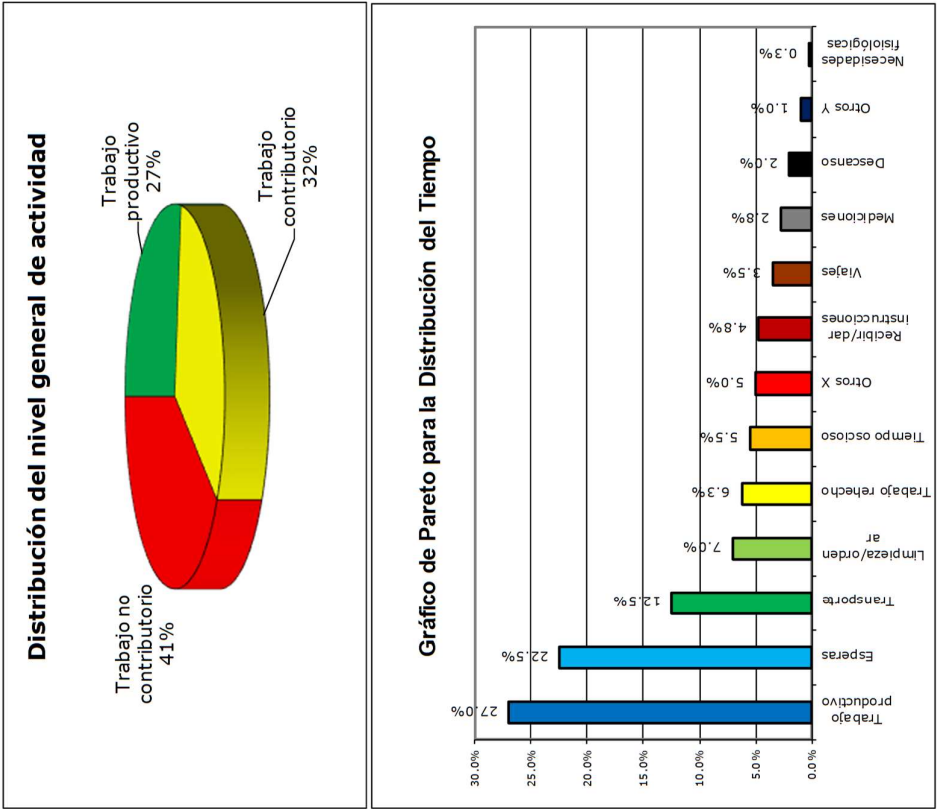
- Alarcon, L., & Pellicer, E. (2009). Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas. En *Revista de Obras Públicas: Organo profesional de los ingenieros de caminos, canales y puertos*, N° 3496, 45-52.
- Alfaro, O. (2008). *Sistemas de aseguramiento de la calidad en construcción*. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Aurys Consulting. (2014). *Estudio de productividad de empresas peruanas*. Perú: G de Gestión.
- Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of Production Control*. Reino Unido: The University of Birmingham.
- Barker, J. (1989). *Paradigmas, el negocio de descubrir el futuro*. Colombia: McGraw-Hill.
- Botero, L., & Álvarez, M. (2003). Identificación de pérdidas en el proceso productivo de la construcción. En *Revista Universidad EAFIT*, 65-78.
- Botero, L., & Álvarez, M. (2004). Guía de mejoramiento continuo. En *Revista universidad EAFIT*, 50-64.
- Castillo, I. (2014). *Inventario de herramientas del sistema de entrega de proyectos lean – LPDS* (tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Chapman, S. (2006). *Planificación y control de la producción*. México: Pearson Educación.
- Corilla, S. (2016). *Implementación del pull planing para mejorar la confiabilidad de la programación de la etapa de acabados en una edificación de oficinas* (tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Díaz, J. (2013). *Diagnóstico, implementación y evaluación de la aplicabilidad de la filosofía Lean Construction en el proyecto de estacionamientos y aulas del colegio Lord Byron en la ciudad de Arequipa* (tesis de grado). Universidad Católica de Santa María, Arequipa.
- Egan, J. (1998). *Rethinking Construction: Report of the Construction Task Force*. Reino Unido: HMSO.
- Ghio, V. (2001). *Productividad en Obras de Construcción*. Perú: Fondo Editorial PUCP.
- Guzmán, A. (2014). *Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos* (tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta ed.). Mexico: McGraw-Hill.
- Howell, G. (1999). What is Lean Construction. En *Seventh Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 10-11.
- Huarcaya, J. (2014). *Ejecución Lean y control de la producción en proyectos de construcción* (tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.



- Kerzner, H. (2013). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. USA: Wiley.
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. Finlandia: CIFE.
- Liker, J. (2006). *Las claves del éxito de Toyota*. España: Grupo Planeta.
- Miranda, D. (2012). *Implementación del sistema last planner en una habilitación urbana*. (tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.
- Morales, N., & Galeas, J. (2006). *Diagnóstico y evaluación de la relación entre el grado de industrialización y los sistemas de gestión con el nivel de productividad en obras de construcción* (tesis de grado). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- NASFA. (2010). *Integrated Project Delivery for Public and Private Owners*. EE.UU.
- O'Connor, R., & Swain, B. (2013). *Implementing Lean in construction: Lean tools and techniques - and introduction*. Reino Unido: CIRIA.
- Orihuela, P. (2011). *Lean Construction en el Perú*. Perú: Construcción integral.
- Orihuela, P., & Ulloa, K. (2011). *La planificación de las obras y el sistema last planner*. Perú: Construcción integral.
- Pavez, I., & Alarcón, L. (2006). *Qualifying people to support Lean Construction in contractor organizations*. Chile: Proceedings IGLC-14.
- Pons, J. (2014). *Introducción a Lean Construction* (1ra ed.). España: Fundación laboral de la construcción.
- Project Management Institute. (2017). The Need for practitioners to be strategic. En *PMI Today*, 4-5.
- Randall, T. (2007). *Integrated Project Delivery: A Guide*. USA: Project Management Institute.
- Rodríguez, W., & Valdez, D. (2012). *Mejoramiento de la productividad en la construcción de obras con Lean Construction, Trenchless, CYCLONE, EZStrobe, BIM*. Lima: Culturabierta.
- Schwab, K. (2015). *The Global Competitiveness Report 2015-2016*. Ginebra: World Economic Forum.
- Serpell, A. (1993). *Administración de obras de construcción*. Santiago: Ediciones de la Universidad Católica de Chile.
- Serpell, A. (2002). *Administración de operaciones de construcción*. México: Alfaomega.
- Sihuay, N. (2016). *Planificación colaborativa y medición simultánea de indicadores de seguridad y producción en el sistema last planner* (tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Womack, J., & Jones, D. (2003). *Lean Thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. EE.UU: Free Press.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1991). *La máquina que cambio al mundo*. EEUU: McGraw-Hill.



Nivel general de actividad del 16.01.2017



NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

FECHA	16-Ene-17
HORA INICIO	10:00:00 a.m.
HORA FIN	11:12:00 a.m.

Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio Cuadrilla
TP Trabajo productivo	108	27.0%
TC Transporte	128	32.0%
M Mediciones	50	12.5%
I Recibir/dar instrucciones	11	2.8%
L Limpieza/ordenar	19	4.8%
X Otros X	28	7.0%
TNC	20	5.0%
V Viajes	164	41.0%
O Tiempo ocioso	14	3.5%
E Esperas	22	5.5%
R Trabajo rehecho	90	22.5%
D Descanso	25	6.3%
B Necesidades fisiológicas	8	2.0%
Y Otros Y	1	0.3%
	4	1.0%

Trabajo productivo	108	27%
Trabajo contributorio	128	32%
Trabajo no contributorio	164	41%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Muestreo de trabajo del 17.01.2017

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO - LA JOYA - AREQUIPA

HORA INICIO 10:32:00 a.m.

HORA FIN

11:41:00 a.m.

FECHA

17/01/2017

TC: Mediciones y lectura de planos (M), Transporte (T), Limpieza (L), Recibir/dar instrucciones (I), Otros (X)

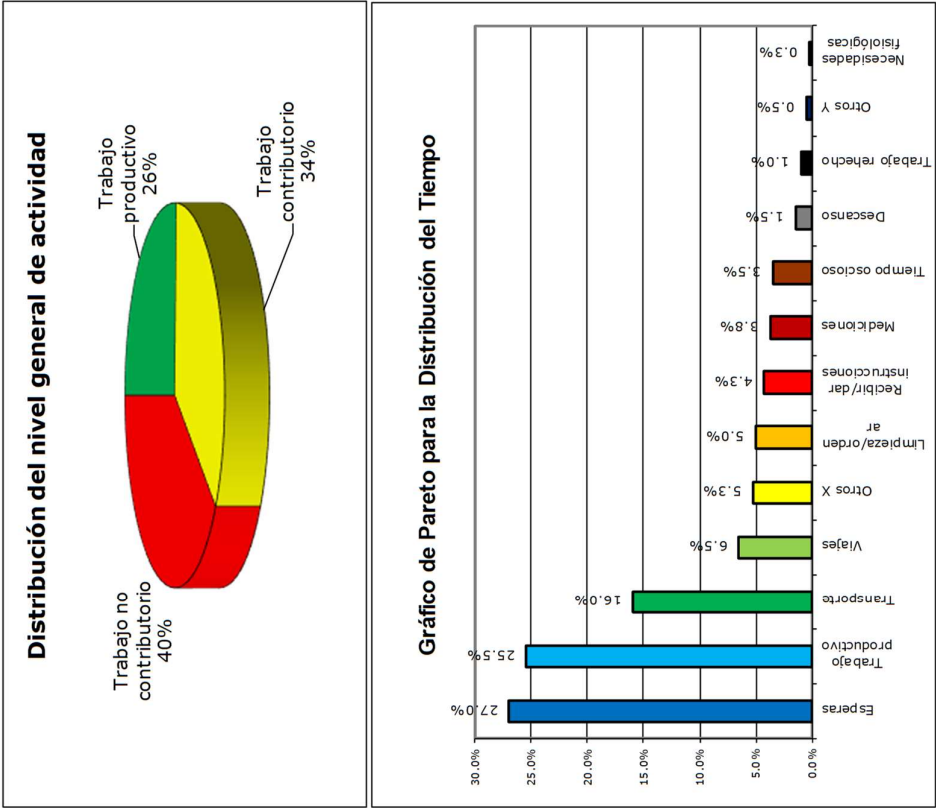
TNC: Espera (E), Tiempo ocioso (O), descanso (D), Necesidades (B), Viaje (V), Trabajo rehecho (R), Otros (Y)

	TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO
1	P	51	P	101	P	151	E	201	O	251	X	301	I	351	I		
2	V	52	V	102	P	152	P	202	P	252	P	302	O	352	P		
3	P	53	V	103	V	153	E	203	T	253	M	303	P	353	M		
4	I	54	P	104	M	154	O	204	M	254	P	304	V	354	P		
5	P	55	P	105	E	155	M	205	P	255	P	305	T	355	T		
6	P	56	P	106	P	156	P	206	V	256	I	306	P	356	T		
7	P	57	P	107	E	157	P	207	P	257	P	307	P	357	V		
8	I	58	T	108	T	158	I	208	I	258	P	308	P	358	P		
9	T	59	P	109	I	159	I	209	P	259	T	309	P	359	P		
10	P	60	P	110	X	160	T	210	T	260	E	310	I	360	M		
11	X	61	P	111	V	161	P	211	V	261	P	311	D	361	P		
12	E	62	V	112	E	162	T	212	E	262	E	312	E	362	D		
13	P	63	X	113	P	163	E	213	P	263	V	313	E	363	T		
14	E	64	E	114	E	164	E	214	E	264	P	314	D	364	V		
15	T	65	T	115	E	165	E	215	E	265	V	315	V	365	V		
16	V	66	V	116	V	166	P	216	P	266	P	316	I	366	D		
17	R	67	P	117	P	167	D	217	E	267	V	317	P	367	D		
18	P	68	P	118	T	168	P	218	P	268	P	318	P	368	T		
19	P	69	T	119	E	169	E	219	E	269	E	319	P	369	T		
20	P	70	T	120	P	170	T	220	I	270	T	320	I	370	T		
21	P	71	L	121	E	171	I	221	V	271	V	321	E	371	Y		
22	P	72	I	122	T	172	E	222	I	272	V	322	P	372	T		
23	I	73	T	123	T	173	T	223	E	273	E	323	E	373	Y		
24	O	74	E	124	E	174	E	224	E	274	E	324	X	374	X		
25	E	75	E	125	P	175	L	225	P	275	E	325	E	375	E		
26	T	76	P	126	L	176	E	226	B	276	P	326	P	376	P		
27	L	77	E	127	E	177	T	227	P	277	O	327	O	377	X		
28	P	78	E	128	T	178	E	228	O	278	T	328	X	378	O		
29	E	79	E	129	E	179	O	229	E	279	V	329	L	379	O		
30	E	80	M	130	T	180	P	230	P	280	X	330	L	380	P		
31	T	81	L	131	E	181	T	231	T	281	E	331	E	381	E		
32	E	82	E	132	P	182	T	232	E	282	T	332	L	382	L		
33	E	83	P	133	T	183	T	233	T	283	E	333	E	383	E		
34	P	84	E	134	E	184	E	234	V	284	O	334	V	384	T		
35	E	85	M	135	L	185	L	235	V	285	E	335	P	385	E		
36	E	86	E	136	O	186	E	236	P	286	O	336	E	386	T		
37	M	87	X	137	T	187	T	237	O	287	M	337	T	387	L		
38	R	88	E	138	E	188	E	238	E	288	E	338	E	388	X		
39	E	89	E	139	T	189	T	239	X	289	E	339	X	389	E		
40	X	90	P	140	E	190	E	240	X	290	M	340	E	390	T		
41	P	91	X	141	E	191	M	241	E	291	T	341	P	391	E		
42	E	92	P	142	E	192	E	242	E	292	E	342	X	392	M		
43	P	93	T	143	T	193	E	243	P	293	T	343	P	393	E		
44	L	94	E	144	E	194	P	244	E	294	L	344	L	394	T		
45	E	95	L	145	T	195	P	245	T	295	E	345	P	395	E		
46	P	96	X	146	E	196	T	246	P	296	T	346	E	396	L		
47	E	97	T	147	L	197	X	247	P	297	E	347	P	397	E		
48	L	98	P	148	T	198	T	248	P	298	X	348	E	398	X		
49	M	99	P	149	R	199	R	249	L	299	T	349	P	399	P		
50	T	100	P	150	P	200	P	250	T	300	M	350	E	400	T		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Nivel general de actividad del 17.01.2017



NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

FECHA	17-Ene-17
HORA INICIO	10:32:00 a.m.
HORA FIN	11:41:00 a.m.

Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio Cuadrilla
TP Trabajo productivo	102	25.5%
TC Transporte	137	34.3%
M Mediciones	64	16.0%
I Recibir/dar instrucciones	15	3.8%
L Limpieza/ordenar	17	4.3%
X Otros X	20	5.0%
TNC	21	5.3%
V Viajes	161	40.3%
O Tiempo ocioso	26	6.5%
E Esperas	14	3.5%
R Trabajo rehecho	108	27.0%
D Descanso	4	1.0%
B Necesidades fisiológicas	6	1.5%
Y Otros Y	1	0.3%
	2	0.5%

Trabajo productivo	102	26%
Trabajo contributorio	137	34%
Trabajo no contributorio	161	40%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Muestreo de trabajo del 18.01.2017

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO - LA JOYA - AREQUIPA

HORA INICIO 02:29:00 p.m.

HORA FIN

03:11:00 p.m.

FECHA

18/01/2017

TC: Mediciones y lectura de planos (M), Transporte (T), Limpieza (L), Recibir/dar instrucciones (I), Otros (X)

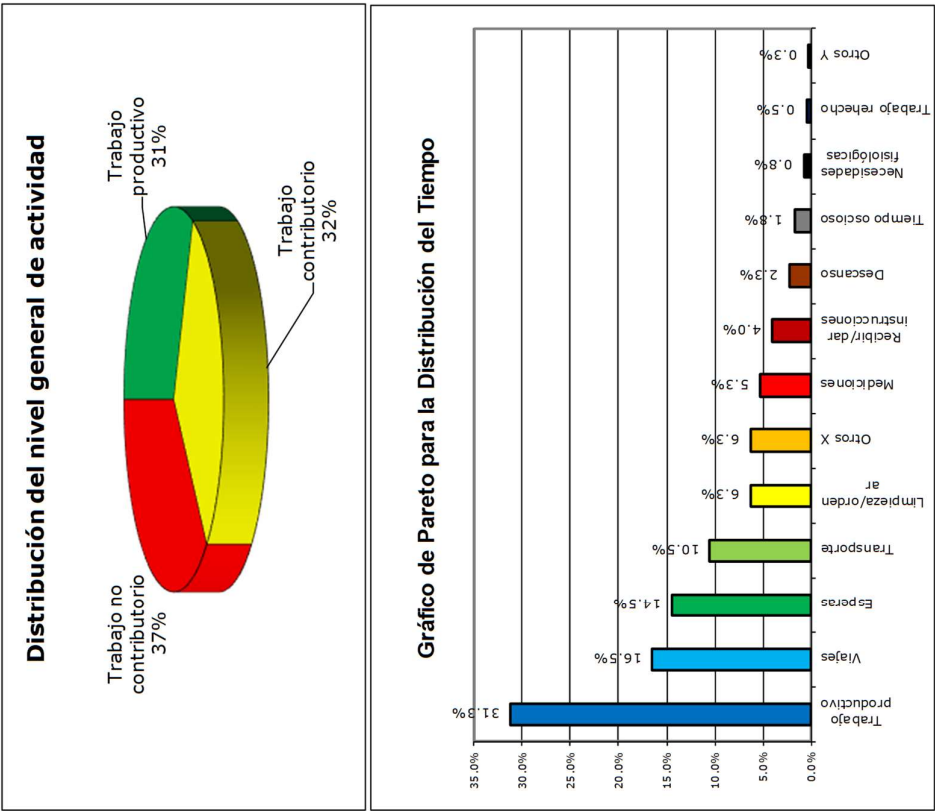
TNC: Espera (E), Tiempo ocioso (O), descanso (D), Necesidades (B), Viaje (V), Trabajo rehecho (R), Otros (Y)

	TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO
1	P	51	P	101	P	151	P	201	P	251	P	301	P	351	P		
2	T	52	P	102	P	152	I	202	M	252	P	302	T	352	P		
3	M	53	M	103	M	153	M	203	T	253	P	303	P	353	P		
4	P	54	P	104	P	154	T	204	P	254	E	304	M	354	T		
5	M	55	T	105	M	155	P	205	I	255	P	305	P	355	P		
6	T	56	L	106	P	156	M	206	P	256	P	306	M	356	T		
7	L	57	P	107	V	157	M	207	P	257	L	307	P	357	M		
8	P	58	X	108	L	158	T	208	T	258	T	308	V	358	V		
9	L	59	P	109	M	159	X	209	P	259	P	309	P	359	P		
10	P	60	E	110	P	160	P	210	E	260	E	310	R	360	O		
11	O	61	E	111	E	161	E	211	O	261	D	311	E	361	P		
12	E	62	R	112	O	162	D	212	E	262	E	312	P	362	E		
13	P	63	D	113	E	163	P	213	P	263	P	313	P	363	E		
14	E	64	P	114	E	164	O	214	E	264	B	314	P	364	P		
15	E	65	E	115	E	165	E	215	E	265	D	315	E	365	P		
16	E	66	E	116	P	166	D	216	E	266	E	316	E	366	P		
17	P	67	D	117	O	167	P	217	P	267	V	317	P	367	P		
18	T	68	T	118	V	168	E	218	T	268	P	318	V	368	P		
19	P	69	E	119	T	169	P	219	D	269	T	319	P	369	P		
20	T	70	E	120	E	170	B	220	Y	270	E	320	O	370	E		
21	P	71	B	121	E	171	E	221	P	271	V	321	V	371	V		
22	P	72	P	122	P	172	E	222	P	272	E	322	E	372	E		
23	P	73	P	123	P	173	P	223	P	273	E	323	L	373	E		
24	P	74	L	124	P	174	P	224	P	274	P	324	P	374	L		
25	P	75	V	125	V	175	E	225	D	275	V	325	P	375	V		
26	L	76	V	126	E	176	L	226	V	276	E	326	P	376	D		
27	V	77	L	127	L	177	L	227	V	277	E	327	P	377	P		
28	V	78	X	128	V	178	E	228	X	278	X	328	P	378	X		
29	V	79	L	129	V	179	V	229	V	279	L	329	P	379	L		
30	X	80	V	130	V	180	E	230	V	280	E	330	L	380	X		
31	T	81	V	131	V	181	V	231	X	281	X	331	V	381	L		
32	T	82	T	132	T	182	X	232	V	282	T	332	V	382	V		
33	T	83	T	133	T	183	E	233	T	283	P	333	V	383	E		
34	V	84	T	134	E	184	T	234	P	284	P	334	P	384	E		
35	P	85	P	135	P	185	P	235	V	285	P	335	T	385	X		
36	E	86	V	136	V	186	I	236	E	286	P	336	E	386	T		
37	P	87	T	137	I	187	X	237	I	287	T	337	T	387	P		
38	I	88	X	138	X	188	M	238	X	288	P	338	V	388	V		
39	X	89	V	139	I	189	P	239	P	289	I	339	P	389	P		
40	I	90	P	140	I	190	V	240	P	290	P	340	V	390	P		
41	L	91	V	141	P	191	P	241	I	291	V	341	V	391	P		
42	V	92	E	142	V	192	V	242	I	292	V	342	L	392	V		
43	L	93	V	143	I	193	I	243	I	293	I	343	X	393	V		
44	V	94	L	144	L	194	L	244	T	294	L	344	X	394	X		
45	M	95	X	145	V	195	P	245	T	295	V	345	P	395	M		
46	P	96	M	146	V	196	V	246	T	296	P	346	P	396	T		
47	X	97	P	147	P	197	P	247	T	297	P	347	P	397	T		
48	M	98	M	148	V	198	V	248	X	298	X	348	P	398	T		
49	P	99	V	149	E	199	V	249	V	299	P	349	T	399	M		
50	P	100	V	150	M	200	P	250	V	300	V	350	T	400	X		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Nivel general de actividad del 18.01.2017



NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

FECHA	18-Ene-17
HORA INICIO	02:29:00 p.m.
HORA FIN	03:11:00 p.m.

Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio Cuadrilla
TP	125	31.3%
P Trabajo productivo	125	31.3%
TC	129	32.3%
T Transporte	42	10.5%
M Mediciones	21	5.3%
I Recibir/dar instrucciones	16	4.0%
L Limpieza/ordenar	25	6.3%
X Otros X	25	6.3%
TNC	146	36.5%
V Viajes	66	16.5%
O Tiempo ocioso	7	1.8%
E Esperas	58	14.5%
R Trabajo rehecho	2	0.5%
D Descanso	9	2.3%
B Necesidades fisiológicas	3	0.8%
Y Otros Y	1	0.3%

Trabajo productivo	125	31%
Trabajo contributorio	129	32%
Trabajo no contributorio	146	37%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Muestreo de trabajo del 15.02.2017

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO - LA JOYA - AREQUIPA

HORA INICIO 10:07:00 a.m.

HORA FIN

10:49:00 a.m.

FECHA

15/02/2017

TC: Mediciones y lectura de planos (M), Transporte (T), Limpieza (L), Recibir/dar instrucciones (I), Otros (X)

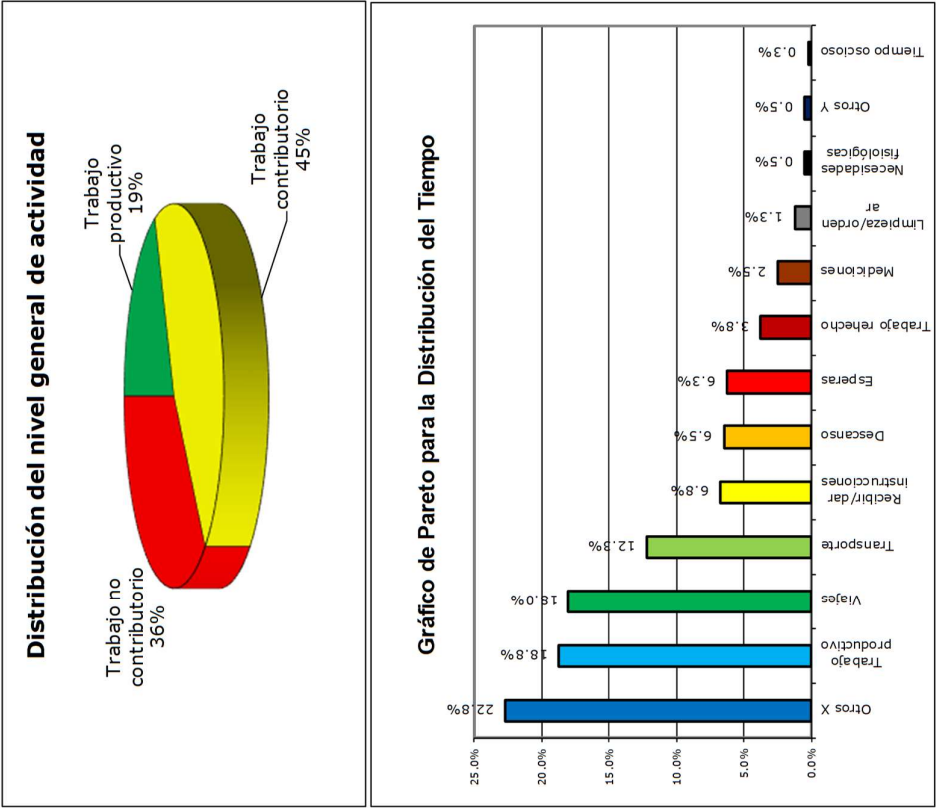
TNC: Espera (E), Tiempo ocioso (O), descanso (D), Necesidades (B), Viaje (V), Trabajo rehecho (R), Otros (Y)

	TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO
1	E	51	T	101	X	151	I	201	X	251	V	301	I	351	V		
2	V	52	V	102	V	152	P	202	D	252	D	302	I	352	T		
3	T	53	X	103	X	153	X	203	P	253	P	303	P	353	P		
4	P	54	M	104	P	154	V	204	X	254	I	304	X	354	I		
5	I	55	X	105	P	155	V	205	V	255	I	305	X	355	V		
6	E	56	I	106	X	156	I	206	X	256	L	306	V	356	M		
7	L	57	P	107	V	157	L	207	X	257	I	307	P	357	X		
8	X	58	R	108	V	158	P	208	V	258	V	308	E	358	P		
9	P	59	X	109	R	159	X	209	X	259	X	309	T	359	X		
10	X	60	V	110	P	160	T	210	X	260	P	310	I	360	X		
11	V	61	X	111	D	161	E	211	X	261	X	311	I	361	I		
12	T	62	P	112	T	162	D	212	P	262	X	312	X	362	V		
13	I	63	T	113	V	163	P	213	E	263	X	313	E	363	X		
14	X	64	P	114	P	164	X	214	R	264	P	314	E	364	P		
15	V	65	E	115	X	165	D	215	X	265	X	315	X	365	X		
16	T	66	X	116	P	166	P	216	T	266	T	316	P	366	M		
17	P	67	P	117	X	167	X	217	V	267	P	317	X	367	V		
18	E	68	D	118	V	168	E	218	R	268	V	318	X	368	X		
19	T	69	E	119	X	169	D	219	P	269	V	319	V	369	T		
20	P	70	P	120	P	170	P	220	V	270	X	320	X	370	V		
21	P	71	X	121	D	171	V	221	T	271	T	321	T	371	D		
22	T	72	X	122	E	172	T	222	X	272	X	322	X	372	T		
23	X	73	E	123	X	173	X	223	X	273	X	323	X	373	X		
24	R	74	D	124	D	174	V	224	V	274	V	324	V	374	V		
25	X	75	L	125	M	175	V	225	X	275	V	325	X	375	V		
26	E	76	X	126	B	176	I	226	E	276	X	326	D	376	X		
27	T	77	V	127	V	177	Y	227	R	277	I	327	X	377	E		
28	D	78	T	128	T	178	R	228	I	278	P	328	V	378	X		
29	M	79	E	129	D	179	X	229	D	279	X	329	E	379	M		
30	X	80	D	130	I	180	B	230	V	280	L	330	V	380	X		
31	V	81	R	131	P	181	E	231	T	281	E	331	T	381	V		
32	I	82	X	132	X	182	T	232	V	282	T	332	V	382	Y		
33	R	83	P	133	D	183	D	233	I	283	I	333	I	383	V		
34	I	84	P	134	V	184	V	234	X	284	V	334	R	384	V		
35	V	85	X	135	P	185	X	235	V	285	X	335	V	385	P		
36	O	86	P	136	D	186	D	236	V	286	R	336	P	386	D		
37	P	87	T	137	X	187	P	237	P	287	V	337	T	387	V		
38	X	88	D	138	P	188	P	238	P	288	P	338	T	388	R		
39	E	89	V	139	X	189	V	239	P	289	X	339	P	389	V		
40	D	90	T	140	P	190	T	240	R	290	P	340	X	390	T		
41	X	91	X	141	T	191	T	241	D	291	P	341	D	391	P		
42	P	92	D	142	T	192	P	242	T	292	M	342	E	392	T		
43	V	93	P	143	P	193	M	243	P	293	P	343	P	393	P		
44	T	94	T	144	P	194	P	244	X	294	X	344	X	394	V		
45	T	95	V	145	X	195	T	245	E	295	V	345	X	395	X		
46	V	96	P	146	V	196	V	246	T	296	X	346	I	396	P		
47	V	97	M	147	T	197	I	247	I	297	V	347	V	397	I		
48	P	98	P	148	E	198	P	248	P	298	M	348	R	398	E		
49	P	99	R	149	T	199	T	249	T	299	P	349	P	399	T		
50	X	100	X	150	P	200	T	250	V	300	V	350	T	400	V		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Nivel general de actividad del 15.02.2017



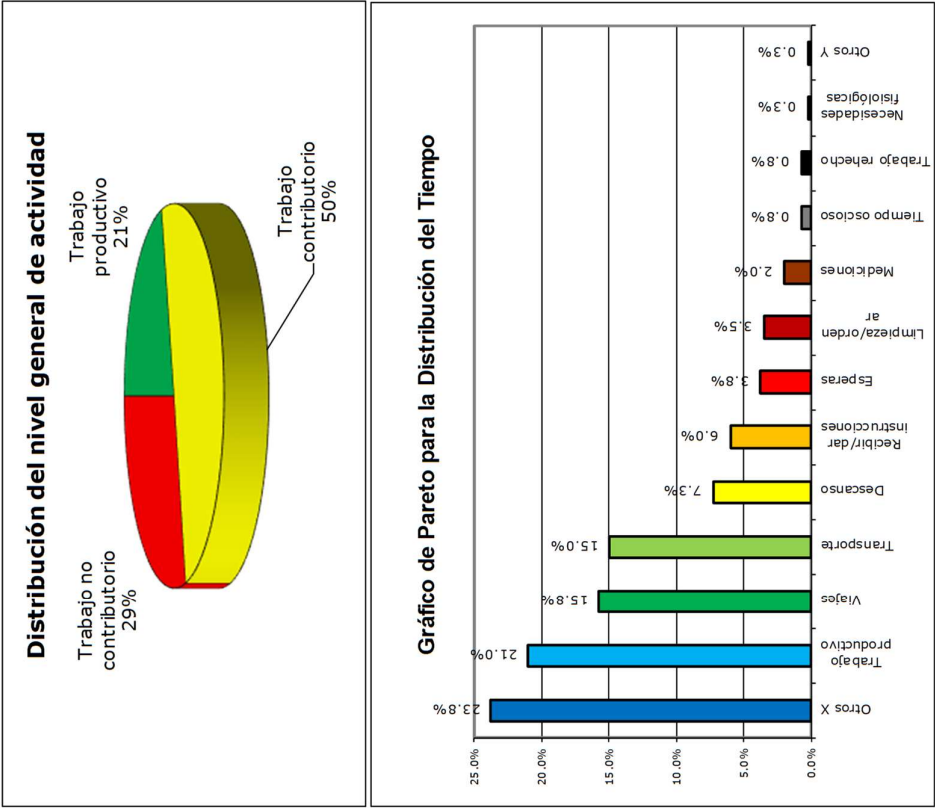
NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

FECHA	15-Feb-17		
HORA INICIO	10:07:00 a.m.		
HORA FIN	10:49:00 a.m.		
Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio Cuadrilla	
TP Trabajo productivo	75	18.8%	
TC Transporte	182	45.5%	
M Mediciones	49	12.3%	
I Recibir/dar instrucciones	10	2.5%	
L Limpieza/ordenar	27	6.8%	
X Otros X	5	1.3%	
	91	22.8%	
TNC	143	35.8%	
V Viajes	72	18.0%	
O Tiempo ocioso	1	0.3%	
E Esperas	25	6.3%	
R Trabajo rehecho	15	3.8%	
D Descanso	26	6.5%	
B Necesidades fisiológicas	2	0.5%	
Y Otros Y	2	0.5%	
Trabajo productivo	75	19%	
Trabajo contributorio	182	46%	
Trabajo no contributorio	143	36%	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Nivel general de actividad del 16.02.2017



NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

FECHA	16-Feb-17
HORA INICIO	09:48:00 a.m.
HORA FIN	10:23:00 a.m.

Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio Cuadrilla
TP	84	21.0%
P Trabajo productivo	84	21.0%
TC	201	50.3%
T Transporte	60	15.0%
M Medicinas	8	2.0%
I Recibir/dar instrucciones	24	6.0%
L Limpieza/ordenar	14	3.5%
X Otros X	95	23.8%
TNC	115	28.8%
V Viajes	63	15.8%
O Tiempo ocioso	3	0.8%
E Esperas	15	3.8%
R Trabajo rehecho	3	0.8%
D Descanso	29	7.3%
B Necesidades fisiológicas	1	0.3%
Y Otros Y	1	0.3%

Trabajo productivo	84	21%
Trabajo contributorio	201	50%
Trabajo no contributorio	115	29%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Muestreo de trabajo del 06.03.2017

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO - LA JOYA - AREQUIPA

HORA INICIO 11:03:00 a.m.

HORA FIN

11:58:00 a.m.

FECHA

06/03/2017

TC: Mediciones y lectura de planos (M), Transporte (T), Limpieza (L), Recibir/dar instrucciones (I), Otros (X)

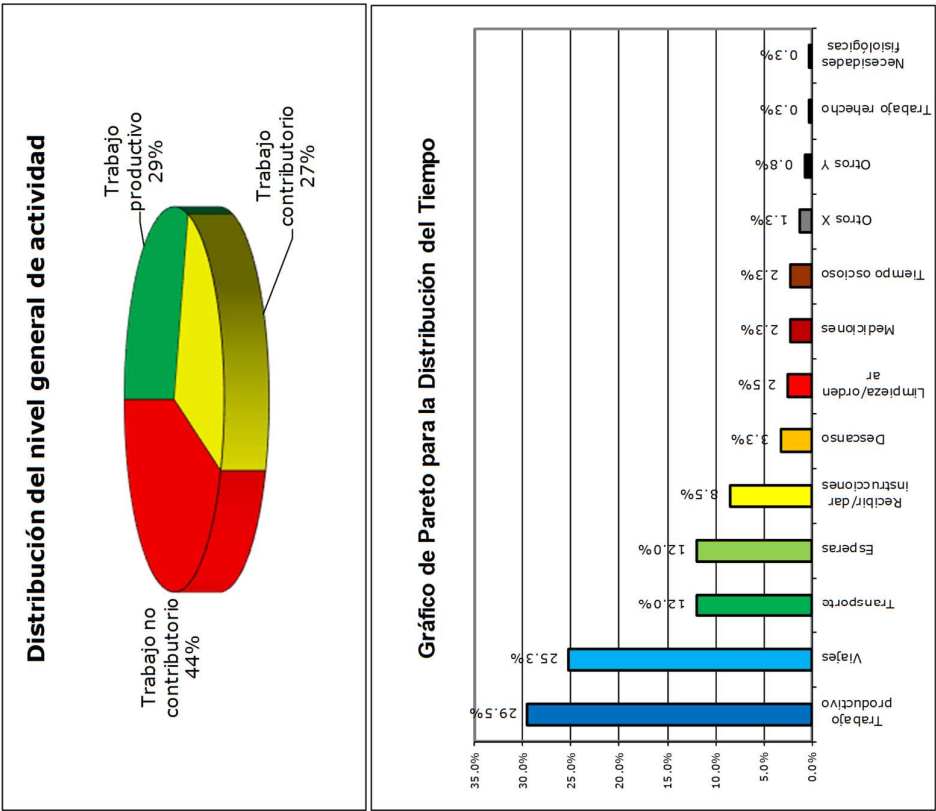
TNC: Espera (E), Tiempo ocioso (O), descanso (D), Necesidades (B), Viaje (V), Trabajo rehecho (R), Otros (Y)

	TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO
1	Y	51	P	101	P	151	V	201	T	251	T	301	I	351	E		
2	P	52	B	102	P	152	Y	202	P	252	V	302	V	352	I		
3	P	53	P	103	P	153	V	203	T	253	E	303	I	353	P		
4	P	54	E	104	V	154	T	204	T	254	P	304	P	354	E		
5	V	55	V	105	V	155	V	205	V	255	P	305	P	355	L		
6	V	56	T	106	V	156	P	206	P	256	P	306	P	356	P		
7	E	57	V	107	T	157	P	207	P	257	E	307	L	357	I		
8	V	58	T	108	P	158	E	208	P	258	P	308	P	358	E		
9	T	59	P	109	V	159	V	209	V	259	P	309	D	359	T		
10	P	60	L	110	V	160	V	210	M	260	V	310	I	360	P		
11	P	61	E	111	V	161	T	211	V	261	E	311	V	361	P		
12	P	62	Y	112	P	162	E	212	I	262	O	312	E	362	E		
13	V	63	T	113	V	163	P	213	P	263	V	313	D	363	V		
14	V	64	P	114	L	164	P	214	P	264	P	314	E	364	V		
15	E	65	T	115	T	165	P	215	E	265	V	315	P	365	M		
16	V	66	I	116	P	166	V	216	V	266	O	316	P	366	X		
17	M	67	P	117	P	167	E	217	V	267	T	317	V	367	P		
18	P	68	V	118	P	168	T	218	E	268	T	318	V	368	P		
19	P	69	L	119	P	169	V	219	E	269	P	319	T	369	E		
20	P	70	E	120	V	170	T	220	I	270	L	320	P	370	O		
21	P	71	V	121	I	171	E	221	P	271	V	321	P	371	V		
22	V	72	P	122	M	172	D	222	P	272	E	322	M	372	X		
23	I	73	I	123	E	173	P	223	L	273	I	323	V	373	V		
24	P	74	V	124	T	174	I	224	T	274	P	324	T	374	M		
25	T	75	I	125	P	175	T	225	V	275	P	325	E	375	I		
26	L	76	M	126	P	176	V	226	E	276	X	326	P	376	T		
27	P	77	P	127	V	177	E	227	P	277	V	327	P	377	P		
28	I	78	P	128	E	178	P	228	P	278	T	328	P	378	P		
29	O	79	P	129	E	179	P	229	P	279	O	329	T	379	P		
30	P	80	E	130	V	180	E	230	X	280	V	330	V	380	P		
31	L	81	X	131	V	181	V	231	V	281	L	331	I	381	T		
32	V	82	E	132	V	182	V	232	I	282	P	332	V	382	E		
33	V	83	P	133	T	183	E	233	P	283	T	333	I	383	P		
34	V	84	P	134	T	184	P	234	P	284	V	334	V	384	P		
35	P	85	I	135	P	185	I	235	V	285	T	335	M	385	V		
36	T	86	T	136	O	186	T	236	V	286	E	336	E	386	E		
37	E	87	I	137	T	187	V	237	D	287	V	337	P	387	P		
38	I	88	V	138	D	188	D	238	T	288	V	338	P	388	P		
39	T	89	P	139	V	189	P	239	V	289	I	339	O	389	V		
40	V	90	O	140	V	190	I	240	D	290	E	340	V	390	O		
41	P	91	I	141	T	191	D	241	I	291	P	341	V	391	V		
42	E	92	V	142	I	192	P	242	V	292	V	342	R	392	V		
43	T	93	T	143	P	193	I	243	E	293	E	343	E	393	P		
44	V	94	I	144	V	194	V	244	P	294	D	344	P	394	T		
45	E	95	V	145	D	195	T	245	P	295	E	345	D	395	I		
46	P	96	P	146	V	196	E	246	I	296	V	346	V	396	T		
47	P	97	T	147	P	197	V	247	M	297	I	347	D	397	V		
48	P	98	T	148	P	198	P	248	V	298	V	348	I	398	T		
49	V	99	D	149	V	199	P	249	P	299	V	349	V	399	P		
50	V	100	E	150	E	200	P	250	T	300	V	350	V	400	P		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Nivel general de actividad del 06.03.2017



NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

FECHA	06-Mar-17
HORA INICIO	11:03:00 a.m.
HORA FIN	11:58:00 a.m.

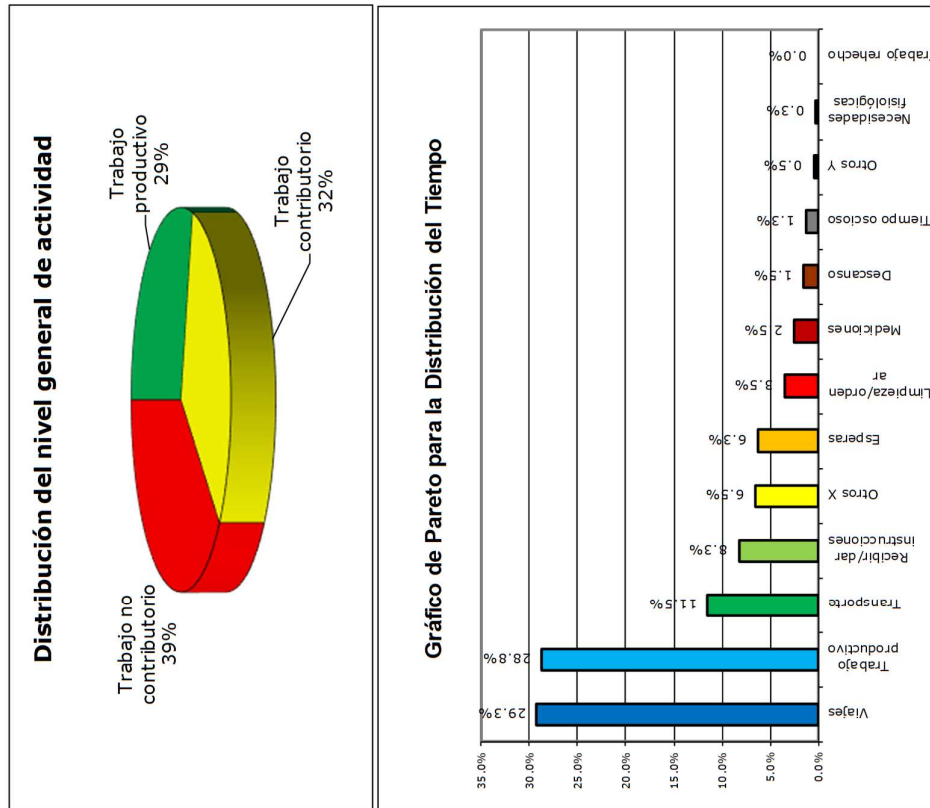
Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio Cuadrilla
TP Trabajo productivo	118	29.5%
TC Transporte	106	26.5%
M Medicinas	48	12.0%
I Recibir/dar instrucciones	9	2.3%
L Limpieza/ordenar	34	8.5%
X Otros X	10	2.5%
	5	1.3%
TNC Viajes	176	44.0%
O Tiempo ocioso	101	25.3%
E Esperas	9	2.3%
R Trabajo rehecho	48	12.0%
D Descanso	1	0.3%
B Necesidades fisiológicas	13	3.3%
Y Otros Y	1	0.3%
	3	0.8%

Trabajo productivo	118	30%
Trabajo contributorio	106	27%
Trabajo no contributorio	176	44%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Nivel general de actividad del 07.03.2017



NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

FECHA	07-Mar-17		
HORA INICIO	02:48:00 p.m.		
HORA FIN	03:57:00 p.m.		
Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio Cuadrilla	
TP	115	28.8%	
P Trabajo productivo	115	28.8%	
TC	129	32.3%	
T Transporte	46	11.5%	
M Mediciones	10	2.5%	
I Recibir/dar instrucciones	33	8.3%	
L Limpieza/ordenar	14	3.5%	
X Otros X	26	6.5%	
TNC	156	39.0%	
V Viajes	117	29.3%	
O Tiempo ocioso	5	1.3%	
E Esperas	25	6.3%	
R Trabajo rehecho	0	0.0%	
D Descanso	6	1.5%	
B Necesidades fisiológicas	1	0.3%	
Y Otros Y	2	0.5%	
Trabajo productivo	115	29%	
Trabajo contributivo	129	32%	
Trabajo no contributivo	156	39%	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Muestreo de trabajo del 03.04.2017

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO - LA JOYA - AREQUIPA

HORA INICIO 03:11:00 p.m.

HORA FIN

04:26:00 p.m.

FECHA

03/04/2017

TC: Mediciones y lectura de planos (M), Transporte (T), Limpieza (L), Recibir/dar instrucciones (I), Otros (X)

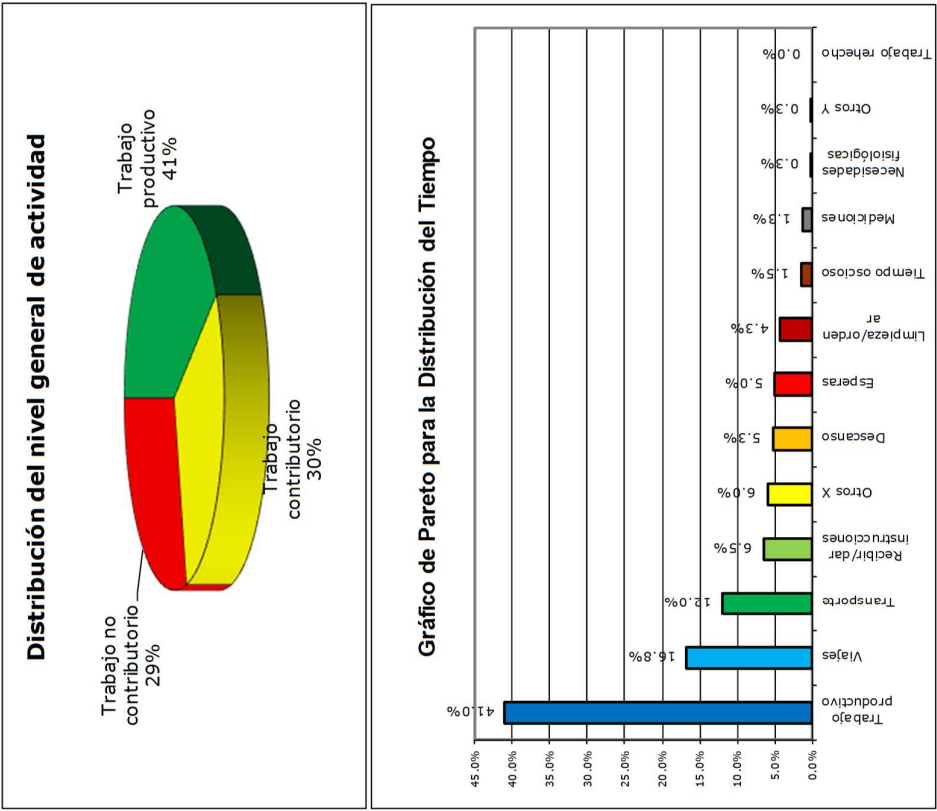
TNC: Espera (E), Tiempo ocioso (O), descanso (D), Necesidades (B), Viaje (V), Trabajo rehecho (R), Otros (Y)

	TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO
1	E	51	I	101	V	151	L	201	E	251	X	301	D	351	T		
2	I	52	D	102	P	152	V	202	P	252	P	302	P	352	D		
3	L	53	T	103	L	153	P	203	V	253	D	303	V	353	P		
4	T	54	T	104	P	154	M	204	T	254	P	304	P	354	P		
5	T	55	E	105	V	155	P	205	P	255	P	305	E	355	O		
6	O	56	V	106	P	156	L	206	V	256	T	306	P	356	P		
7	L	57	P	107	I	157	P	207	X	257	P	307	D	357	V		
8	P	58	I	108	P	158	T	208	V	258	V	308	P	358	P		
9	T	59	P	109	P	159	V	209	P	259	L	309	V	359	V		
10	P	60	L	110	E	160	P	210	D	260	P	310	I	360	L		
11	D	61	P	111	T	161	P	211	P	261	P	311	P	361	P		
12	P	62	T	112	P	162	X	212	T	262	E	312	T	362	V		
13	I	63	V	113	T	163	P	213	P	263	P	313	P	363	X		
14	P	64	P	114	P	164	D	214	V	264	P	314	P	364	P		
15	V	65	X	115	P	165	P	215	P	265	I	315	T	365	V		
16	P	66	P	116	V	166	O	216	D	266	P	316	P	366	P		
17	M	67	P	117	X	167	P	217	P	267	V	317	T	367	E		
18	P	68	I	118	P	168	V	218	I	268	P	318	X	368	P		
19	P	69	P	119	T	169	P	219	P	269	X	319	P	369	T		
20	V	70	V	120	P	170	I	220	V	270	P	320	P	370	V		
21	V	71	X	121	E	171	P	221	P	271	P	321	B	371	L		
22	P	72	P	122	P	172	T	222	E	272	D	322	V	372	P		
23	X	73	T	123	P	173	P	223	P	273	V	323	P	373	T		
24	V	74	V	124	D	174	E	224	P	274	P	324	T	374	V		
25	P	75	D	125	P	175	P	225	V	275	T	325	P	375	P		
26	P	76	I	126	P	176	I	226	T	276	P	326	P	376	V		
27	E	77	P	127	I	177	P	227	X	277	P	327	D	377	M		
28	P	78	L	128	T	178	T	228	T	278	O	328	P	378	V		
29	P	79	P	129	P	179	P	229	I	279	P	329	T	379	T		
30	L	80	X	130	V	180	P	230	P	280	P	330	P	380	V		
31	P	81	P	131	P	181	D	231	X	281	I	331	I	381	D		
32	P	82	E	132	I	182	P	232	P	282	P	332	P	382	P		
33	T	83	P	133	P	183	V	233	P	283	P	333	V	383	V		
34	V	84	P	134	X	184	P	234	X	284	V	334	P	384	L		
35	P	85	T	135	D	185	P	235	V	285	P	335	T	385	P		
36	T	86	P	136	V	186	X	236	M	286	P	336	P	386	I		
37	P	87	I	137	P	187	P	237	V	287	T	337	T	387	P		
38	V	88	V	138	E	188	V	238	V	288	P	338	P	388	T		
39	O	89	P	139	P	189	P	239	P	289	P	339	D	389	P		
40	V	90	X	140	P	190	X	240	X	290	T	340	I	390	Y		
41	I	91	P	141	E	191	V	241	X	291	P	341	P	391	V		
42	V	92	V	142	V	192	V	242	T	292	X	342	T	392	P		
43	X	93	D	143	P	193	P	243	P	293	I	343	V	393	P		
44	V	94	V	144	V	194	E	244	I	294	V	344	P	394	P		
45	V	95	L	145	I	195	T	245	P	295	P	345	X	395	T		
46	P	96	P	146	T	196	P	246	V	296	D	346	O	396	L		
47	P	97	V	147	M	197	I	247	P	297	E	347	T	397	P		
48	E	98	T	148	V	198	P	248	V	298	P	348	P	398	X		
49	T	99	L	149	I	199	T	249	L	299	T	349	V	399	E		
50	E	100	D	150	P	200	T	250	D	300	V	350	L	400	E		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Nivel general de actividad del 03.04.2017



NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

FECHA	03-Abr-17
HORA INICIO	03:11:00 p.m.
HORA FIN	04:26:00 p.m.

Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio Cuadrilla
TP Trabajo productivo	164	41.0%
TC Transporte	120	30.0%
M Mediciones	48	12.0%
I Recibir/dar instrucciones	5	1.3%
L Limpieza/ordenar	26	6.5%
X Otros X	17	4.3%
TNC Viajes	24	6.0%
V Viajes	116	29.0%
O Tiempo ocioso	67	16.8%
E Esperas	6	1.5%
R Trabajo rehecho	20	5.0%
D Descanso	0	0.0%
B Necesidades fisiológicas	21	5.3%
Y Otros Y	1	0.3%
	1	0.3%

Trabajo productivo	164	41%
Trabajo contributorio	120	30%
Trabajo no contributorio	116	29%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Muestreo de trabajo del 04.04.2017

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD		CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO - LA JOYA - AREQUIPA			
HORA INICIO	02:39:00 p.m.	HORA FIN	03:44:00 p.m.	FECHA	04/04/2017

TC: Mediciones y lectura de planos (M), Transporte (T), Limpieza (L), Recibir/dar instrucciones (I), Otros (X)

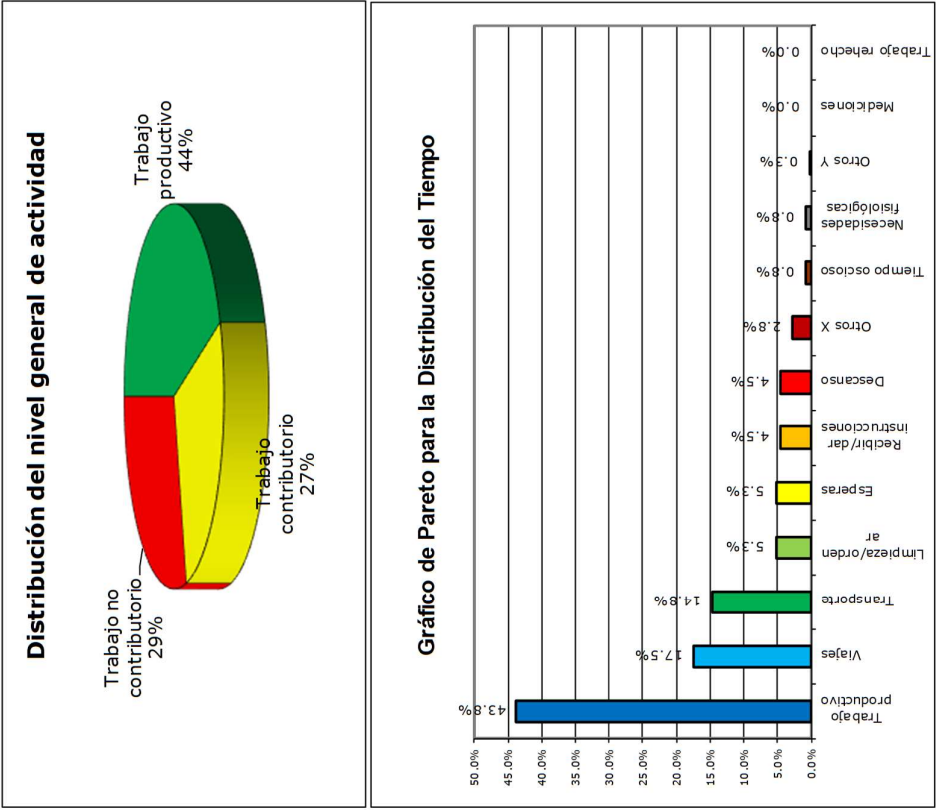
TNC: Espera (E), Tiempo ocioso (O), descanso (D), Necesidades (B), Viaje (V), Trabajo rehecho (R), Otros (Y)

	TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO
1	E	51	V	101	X	151	L	201	D	251	P	301	O	351	V						
2	T	52	P	102	P	152	P	202	P	252	P	302	P	352	D						
3	P	53	T	103	V	153	V	203	P	253	D	303	P	353	E						
4	B	54	E	104	P	154	P	204	P	254	P	304	L	354	V						
5	P	55	P	105	X	155	X	205	L	255	P	305	P	355	V						
6	V	56	X	106	P	156	P	206	P	256	L	306	P	356	V						
7	P	57	V	107	E	157	V	207	I	257	P	307	P	357	I						
8	V	58	P	108	P	158	P	208	P	258	I	308	D	358	E						
9	P	59	V	109	V	159	P	209	L	259	P	309	P	359	E						
10	X	60	V	110	P	160	E	210	P	260	L	310	P	360	T						
11	P	61	P	111	V	161	P	211	P	261	P	311	P	361	P						
12	P	62	I	112	P	162	D	212	L	262	P	312	I	362	E						
13	V	63	T	113	T	163	P	213	P	263	L	313	L	363	P						
14	P	64	P	114	V	164	V	214	E	264	P	314	P	364	E						
15	X	65	V	115	V	165	L	215	P	265	D	315	P	365	P						
16	P	66	P	116	P	166	P	216	I	266	P	316	T	366	T						
17	T	67	V	117	I	167	P	217	P	267	P	317	P	367	L						
18	D	68	V	118	V	168	V	218	X	268	E	318	T	368	T						
19	P	69	T	119	V	169	P	219	P	269	P	319	E	369	T						
20	V	70	P	120	P	170	T	220	T	270	T	320	D	370	T						
21	T	71	T	121	V	171	P	221	T	271	P	321	P	371	L						
22	V	72	P	122	V	172	V	222	B	272	X	322	T	372	P						
23	P	73	V	123	P	173	P	223	V	273	P	323	P	373	T						
24	P	74	P	124	X	174	T	224	V	274	T	324	T	374	E						
25	V	75	L	125	P	175	D	225	V	275	T	325	P	375	P						
26	T	76	L	126	V	176	L	226	L	276	P	326	T	376	P						
27	P	77	D	127	P	177	P	227	I	277	X	327	P	377	T						
28	V	78	P	128	P	178	V	228	T	278	P	328	E	378	P						
29	P	79	T	129	V	179	T	229	V	279	P	329	P	379	T						
30	T	80	P	130	P	180	I	230	V	280	T	330	D	380	P						
31	V	81	O	131	P	181	P	231	P	281	P	331	P	381	I						
32	P	82	P	132	V	182	P	232	V	282	T	332	T	382	T						
33	V	83	V	133	P	183	P	233	V	283	D	333	E	383	P						
34	V	84	P	134	T	184	V	234	P	284	P	334	P	384	B						
35	P	85	V	135	P	185	P	235	P	285	T	335	T	385	P						
36	P	86	P	136	V	186	P	236	D	286	T	336	I	386	P						
37	V	87	L	137	P	187	P	237	V	287	T	337	P	387	T						
38	P	88	T	138	V	188	V	238	T	288	P	338	T	388	T						
39	I	89	V	139	D	189	P	239	P	289	E	339	E	389	P						
40	V	90	P	140	P	190	T	240	V	290	T	340	P	390	P						
41	T	91	L	141	P	191	P	241	V	291	P	341	P	391	L						
42	P	92	P	142	T	192	V	242	P	292	I	342	D	392	P						
43	E	93	L	143	P	193	P	243	E	293	P	343	P	393	T						
44	V	94	V	144	V	194	T	244	P	294	I	344	P	394	P						
45	P	95	T	145	P	195	P	245	V	295	P	345	P	395	P						
46	P	96	P	146	P	196	E	246	V	296	I	346	T	396	I						
47	T	97	P	147	V	197	T	247	V	297	T	347	P	397	I						
48	V	98	V	148	P	198	T	248	P	298	P	348	P	398	P						
49	P	99	P	149	P	199	I	249	P	299	D	349	P	399	P						
50	D	100	L	150	E	200	D	250	X	300	V	350	O	400	Y						

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Nivel general de actividad del 04.04.2017



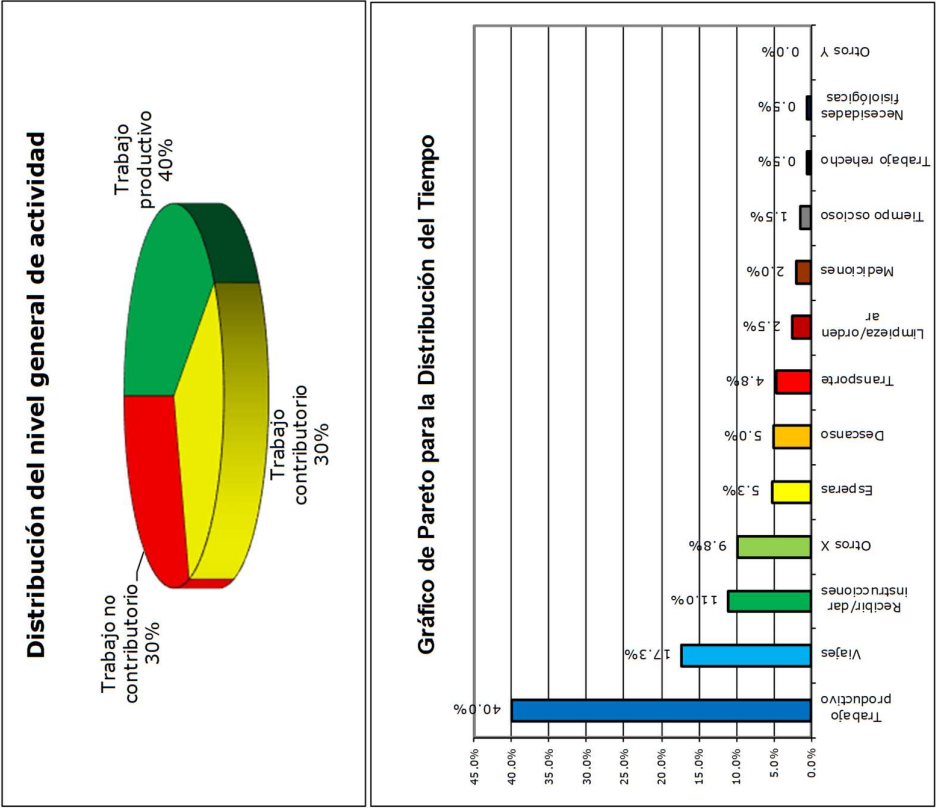
NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

FECHA	04-Abr-17		
HORA INICIO	02:39:00 p.m.		
HORA FIN	03:44:00 p.m.		
Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio Cuadrilla	
TP	175	43.8%	
P Trabajo productivo	175	43.8%	
TC	109	27.3%	
T Transporte	59	14.8%	
M Mediciones	0	0.0%	
I Recibir/dar instrucciones	18	4.5%	
L Limpieza/ordenar	21	5.3%	
X Otros X	11	2.8%	
TNC	116	29.0%	
V Viajes	70	17.5%	
O Tiempo ocioso	3	0.8%	
E Esperas	21	5.3%	
R Trabajo rehecho	0	0.0%	
D Descanso	18	4.5%	
B Necesidades fisiológicas	3	0.8%	
Y Otros Y	1	0.3%	
Trabajo productivo	175	44%	
Trabajo contributorio	109	27%	
Trabajo no contributorio	116	29%	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Nivel general de actividad del 10.05.2017



NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

FECHA	10-May-17
HORA INICIO	10:00:00 a.m.
HORA FIN	11:27:00 a.m.

Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio Cuadrilla
TP	160	40.0%
P Trabajo productivo	160	40.0%
TC	120	30.0%
T Transporte	19	4.8%
M Mediciones	8	2.0%
I Recibir/dar instrucciones	44	11.0%
L Limpieza/ordenar	10	2.5%
X Otros X	39	9.8%
TNC	120	30.0%
V Viajes	69	17.3%
O Tiempo ocioso	6	1.5%
E Esperas	21	5.3%
R Trabajo rehecho	2	0.5%
D Descanso	20	5.0%
B Necesidades fisiológicas	2	0.5%
Y Otros Y	0	0.0%

Trabajo productivo	160	40%
Trabajo contributorio	120	30%
Trabajo no contributorio	120	30%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Muestreo de trabajo del 11.05.2017

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD		CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO - LA JOYA - AREQUIPA			
HORA INICIO	10:15:00 a.m.	HORA FIN	11:13:00 a.m.	FECHA	11/05/2017

TC: Mediciones y lectura de planos (M), Transporte (T), Limpieza (L), Recibir/dar instrucciones (I), Otros (X)

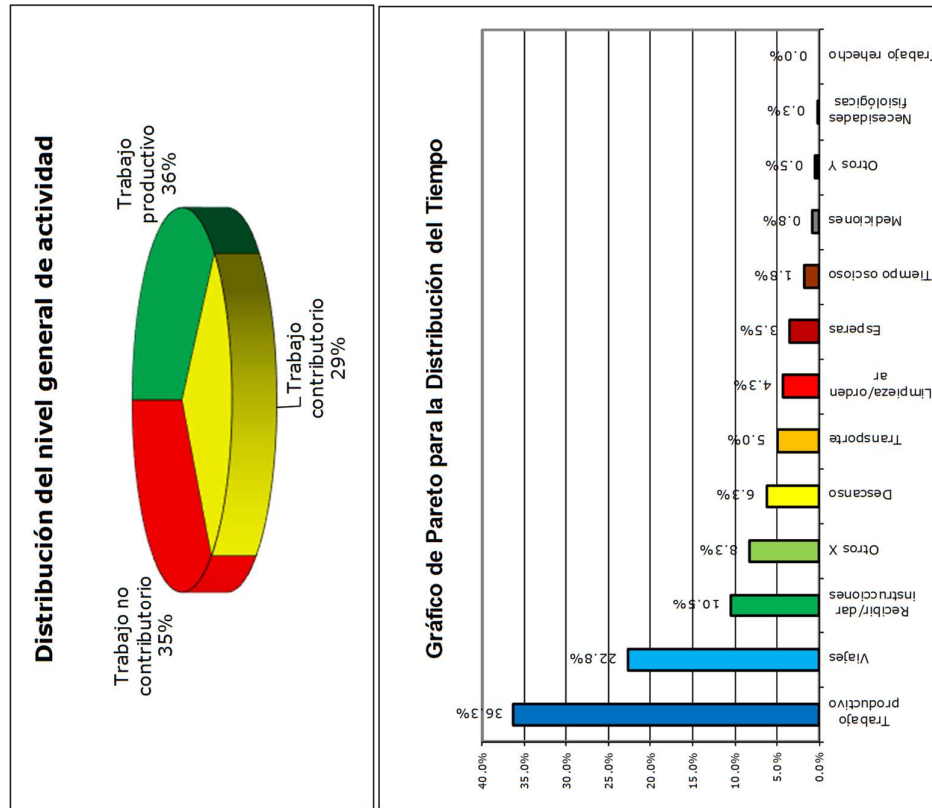
TNC: Espera (E), Tiempo ocioso (O), descanso (D), Necesidades (B), Viaje (V), Trabajo rehecho (R), Otros (Y)

	TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO
1	E	51	I	101	V	151	T	201	X	251	P	301	I	351	V						
2	X	52	V	102	V	152	T	202	E	252	V	302	O	352	V						
3	V	53	V	103	L	153	O	203	P	253	P	303	I	353	V						
4	X	54	L	104	P	154	P	204	P	254	P	304	V	354	I						
5	D	55	P	105	T	155	P	205	X	255	V	305	V	355	P						
6	V	56	E	106	V	156	I	206	V	256	V	306	P	356	D						
7	V	57	P	107	I	157	V	207	X	257	P	307	P	357	P						
8	L	58	I	108	P	158	V	208	P	258	V	308	X	358	I						
9	P	59	P	109	I	159	I	209	E	259	V	309	P	359	L						
10	D	60	L	110	V	160	T	210	I	260	P	310	P	360	V						
11	I	61	P	111	V	161	X	211	P	261	I	311	V	361	P						
12	P	62	T	112	P	162	V	212	D	262	X	312	V	362	L						
13	T	63	I	113	L	163	V	213	P	263	P	313	P	363	P						
14	D	64	P	114	P	164	P	214	P	264	P	314	X	364	P						
15	P	65	E	115	O	165	T	215	V	265	X	315	V	365	D						
16	D	66	P	116	P	166	E	216	V	266	P	316	V	366	X						
17	P	67	P	117	X	167	P	217	P	267	Y	317	P	367	I						
18	P	68	I	118	V	168	L	218	D	268	I	318	I	368	O						
19	D	69	X	119	V	169	P	219	I	269	I	319	P	369	L						
20	I	70	E	120	P	170	V	220	L	270	V	320	P	370	V						
21	X	71	T	121	P	171	V	221	D	271	V	321	E	371	V						
22	D	72	P	122	E	172	T	222	P	272	X	322	X	372	X						
23	I	73	P	123	P	173	V	223	D	273	P	323	P	373	X						
24	I	74	V	124	I	174	V	224	P	274	P	324	I	374	P						
25	P	75	P	125	P	175	P	225	X	275	X	325	P	375	D						
26	T	76	P	126	V	176	P	226	V	276	P	326	D	376	P						
27	D	77	P	127	V	177	V	227	V	277	P	327	X	377	V						
28	T	78	E	128	I	178	V	228	P	278	E	328	P	378	V						
29	P	79	P	129	P	179	P	229	L	279	P	329	M	379	P						
30	I	80	T	130	I	180	I	230	V	280	P	330	P	380	P						
31	P	81	P	131	I	181	P	231	V	281	P	331	D	381	V						
32	I	82	O	132	P	182	X	232	P	282	V	332	P	382	V						
33	P	83	P	133	D	183	P	233	V	283	V	333	I	383	P						
34	V	84	P	134	I	184	V	234	L	284	P	334	P	384	P						
35	V	85	X	135	P	185	P	235	T	285	I	335	M	385	L						
36	I	86	P	136	P	186	T	236	P	286	P	336	P	386	V						
37	P	87	M	137	P	187	V	237	E	287	V	337	D	387	V						
38	I	88	E	138	D	188	V	238	P	288	V	338	P	388	P						
39	V	89	P	139	P	189	P	239	L	289	X	339	P	389	X						
40	V	90	I	140	D	190	X	240	P	290	P	340	P	390	V						
41	P	91	P	141	P	191	P	241	I	291	P	341	P	391	V						
42	P	92	P	142	P	192	I	242	V	292	P	342	D	392	P						
43	I	93	P	143	D	193	V	243	V	293	O	343	D	393	P						
44	V	94	T	144	P	194	V	244	P	294	P	344	V	394	V						
45	V	95	V	145	I	195	X	245	L	295	V	345	P	395	V						
46	T	96	X	146	P	196	T	246	V	296	V	346	D	396	L						
47	T	97	T	147	D	197	P	247	V	297	P	347	P	397	X						
48	X	98	I	148	P	198	V	248	T	298	X	348	X	398	P						
49	B	99	P	149	P	199	V	249	P	299	V	349	V	399	O						
50	Y	100	E	150	X	200	P	250	P	300	V	350	L	400	V						

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Nivel general de actividad del 11.05.2017



NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

FECHA	11-May-17
HORA INICIO	10:15:00 a.m.
HORA FIN	11:13:00 a.m.

Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio Cuadrilla
TP	145	36.3%
P Trabajo productivo	145	36.3%
TC	115	28.8%
T Transporte	20	5.0%
M Medicinas	3	0.8%
I Recibir/dar instrucciones	42	10.5%
L Limpieza/ordenar	17	4.3%
X Otros X	33	8.3%
TNC	140	35.0%
V Viajes	91	22.8%
O Tiempo ocioso	7	1.8%
E Esperas	14	3.5%
R Trabajo rehecho	0	0.0%
D Descanso	25	6.3%
B Necesidades fisiológicas	1	0.3%
Y Otros Y	2	0.5%

Trabajo productivo	145	36%
Trabajo contributivo	115	29%
Trabajo no contributivo	140	35%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Muestreo de trabajo del 06.06.2017

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO - LA JOYA - AREQUIPA

HORA INICIO 10:00:00 a.m.

HORA FIN

11:10:00 a.m.

FECHA

06/06/2017

TC: Mediciones y lectura de planos (M), Transporte (T), Limpieza (L), Recibir/dar instrucciones (I), Otros (X)

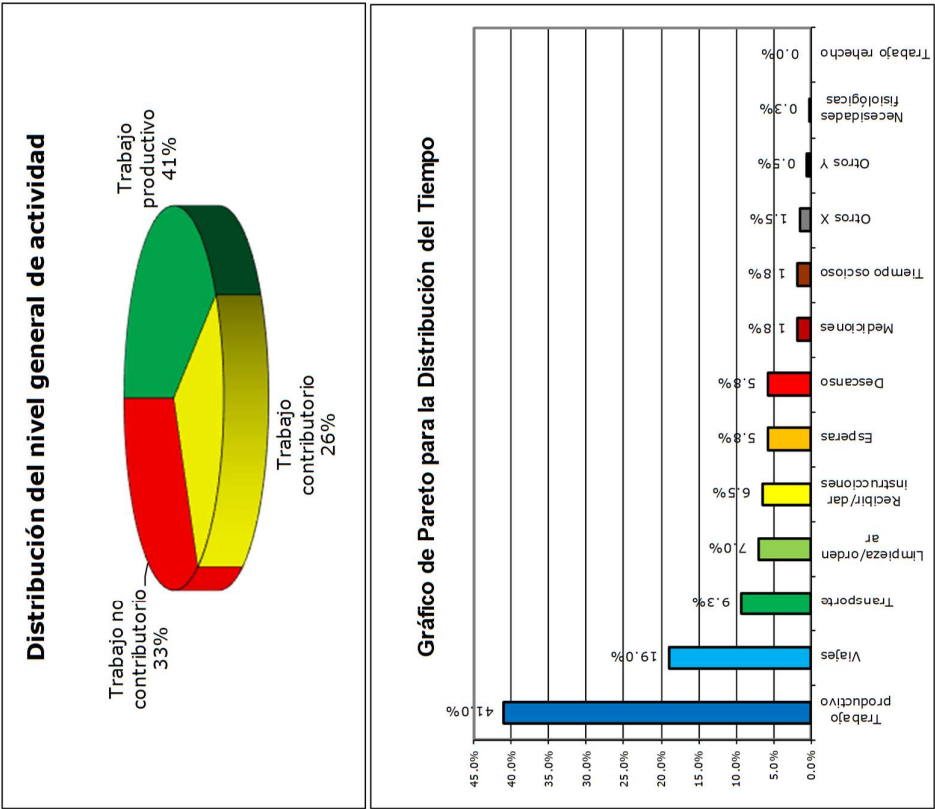
TNC: Espera (E), Tiempo ocioso (O), descanso (D), Necesidades (B), Viaje (V), Trabajo rehecho (R), Otros (Y)

	TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO
1	P	51	T	101	P	151	V	201	X	251	L	301	M	351	I		
2	T	52	P	102	P	152	P	202	P	252	L	302	P	352	P		
3	P	53	T	103	P	153	V	203	V	253	P	303	P	353	P		
4	L	54	L	104	V	154	P	204	P	254	P	304	I	354	P		
5	T	55	P	105	P	155	V	205	V	255	X	305	L	355	T		
6	P	56	V	106	D	156	P	206	V	256	P	306	P	356	I		
7	V	57	V	107	L	157	V	207	P	257	P	307	P	357	P		
8	P	58	P	108	P	158	T	208	P	258	V	308	V	358	V		
9	V	59	V	109	V	159	V	209	P	259	V	309	P	359	V		
10	E	60	T	110	D	160	P	210	V	260	P	310	V	360	D		
11	T	61	P	111	P	161	P	211	P	261	P	311	P	361	P		
12	P	62	E	112	V	162	V	212	V	262	P	312	V	362	T		
13	T	63	V	113	L	163	P	213	P	263	L	313	P	363	V		
14	V	64	P	114	E	164	V	214	V	264	P	314	V	364	P		
15	P	65	D	115	T	165	L	215	P	265	P	315	O	365	P		
16	E	66	P	116	V	166	D	216	P	266	L	316	V	366	V		
17	P	67	E	117	P	167	P	217	P	267	P	317	P	367	T		
18	T	68	V	118	D	168	E	218	I	268	P	318	D	368	V		
19	P	69	P	119	T	169	V	219	I	269	L	319	P	369	P		
20	E	70	O	120	D	170	P	220	P	270	P	320	M	370	V		
21	V	71	M	121	V	171	L	221	E	271	L	321	D	371	T		
22	T	72	V	122	P	172	P	222	P	272	I	322	P	372	P		
23	P	73	D	123	V	173	V	223	I	273	P	323	I	373	P		
24	V	74	P	124	D	174	L	224	P	274	P	324	P	374	O		
25	O	75	V	125	P	175	P	225	V	275	P	325	O	375	P		
26	I	76	D	126	I	176	T	226	P	276	V	326	P	376	V		
27	T	77	V	127	D	177	P	227	I	277	P	327	V	377	V		
28	M	78	E	128	P	178	M	228	E	278	V	328	I	378	P		
29	P	79	P	129	I	179	P	229	P	279	T	329	P	379	T		
30	T	80	V	130	I	180	P	230	D	280	X	330	V	380	E		
31	V	81	E	131	P	181	L	231	P	281	V	331	P	381	P		
32	P	82	T	132	I	182	O	232	I	282	P	332	V	382	V		
33	T	83	I	133	L	183	D	233	I	283	E	333	P	383	I		
34	P	84	P	134	P	184	P	234	P	284	P	334	V	384	P		
35	E	85	E	135	I	185	D	235	P	285	V	335	P	385	P		
36	T	86	P	136	I	186	P	236	P	286	E	336	I	386	E		
37	V	87	O	137	V	187	Y	237	E	287	P	337	V	387	V		
38	P	88	T	138	P	188	P	238	P	288	X	338	P	388	P		
39	V	89	L	139	L	189	D	239	E	289	E	339	E	389	P		
40	P	90	P	140	P	190	P	240	P	290	P	340	M	390	L		
41	T	91	V	141	Y	191	D	241	V	291	D	341	E	391	V		
42	V	92	T	142	P	192	X	242	P	292	L	342	P	392	P		
43	P	93	P	143	D	193	P	243	P	293	L	343	E	393	P		
44	V	94	L	144	P	194	D	244	T	294	D	344	P	394	V		
45	P	95	L	145	B	195	I	245	P	295	P	345	V	395	L		
46	V	96	P	146	V	196	P	246	P	296	L	346	P	396	D		
47	P	97	T	147	P	197	T	247	I	297	P	347	P	397	P		
48	V	98	X	148	T	198	I	248	P	298	L	348	P	398	L		
49	P	99	P	149	T	199	P	249	P	299	T	349	T	399	P		
50	P	100	T	150	M	200	I	250	P	300	L	350	T	400	T		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Nivel general de actividad del 06.06.2017



NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

FECHA	06-Jun-17	
HORA INICIO	10:00:00 a.m.	
HORA FIN	11:10:00 a.m.	

Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio Cuadrilla
TP	164	41.0%
P Trabajo productivo	164	41.0%
TC	104	26.0%
T Transporte	37	9.3%
M Mediciones	7	1.8%
I Recibir/dar instrucciones	26	6.5%
L Limpieza/ordenar	28	7.0%
X Otros X	6	1.5%
TNC	132	33.0%
V Viajes	76	19.0%
O Tiempo ocioso	7	1.8%
E Esperas	23	5.8%
R Trabajo rehecho	0	0.0%
D Descanso	23	5.8%
B Necesidades fisiológicas	1	0.3%
Y Otros Y	2	0.5%
Trabajo productivo	164	41%
Trabajo contributorio	104	26%
Trabajo no contributorio	132	33%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Muestreo de trabajo del 07.06.2017

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD		CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO - LA JOYA - AREQUIPA			
HORA INICIO	10:00:00 a.m.	HORA FIN	11:25:00 a.m.	FECHA	07/06/2017

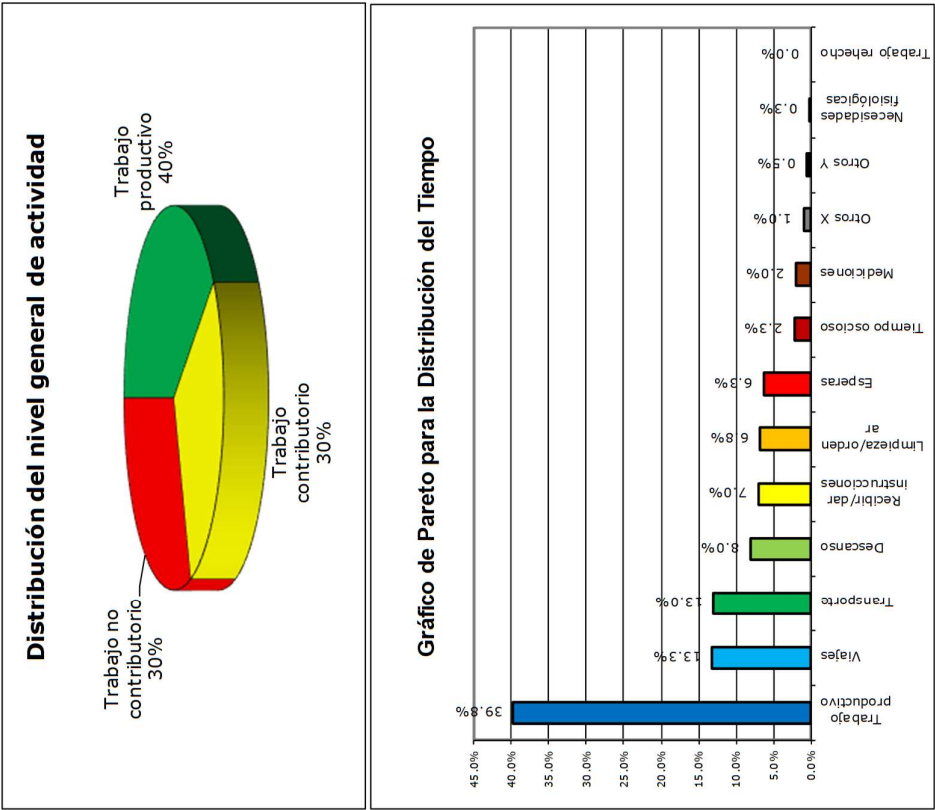
TC: Mediciones y lectura de planos (M), Transporte (T), Limpieza (L), Recibir/dar instrucciones (I), Otros (X)
TNC: Espera (E), Tiempo ocioso (O), descanso (D), Necesidades (B), Viaje (V), Trabajo rehecho (R), Otros (Y)

	TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO
1	O	51	L	101	E	151	L	201	V	251	I	301	T	351	M		
2	L	52	D	102	V	152	P	202	V	252	T	302	T	352	D		
3	E	53	E	103	L	153	T	203	T	253	T	303	I	353	V		
4	V	54	V	104	D	154	P	204	L	254	L	304	D	354	P		
5	L	55	P	105	V	155	T	205	P	255	P	305	V	355	T		
6	T	56	O	106	P	156	D	206	M	256	D	306	P	356	I		
7	D	57	V	107	P	157	V	207	D	257	V	307	L	357	T		
8	V	58	T	108	I	158	T	208	V	258	P	308	P	358	E		
9	L	59	I	109	P	159	P	209	P	259	P	309	P	359	V		
10	X	60	P	110	D	160	T	210	P	260	P	310	E	360	T		
11	L	61	I	111	V	161	P	211	D	261	D	311	P	361	P		
12	P	62	P	112	P	162	P	212	P	262	P	312	P	362	T		
13	P	63	P	113	P	163	L	213	P	263	P	313	L	363	E		
14	P	64	D	114	P	164	P	214	P	264	E	314	P	364	V		
15	O	65	V	115	E	165	L	215	P	265	P	315	L	365	T		
16	V	66	P	116	D	166	P	216	L	266	T	316	D	366	L		
17	P	67	P	117	V	167	L	217	P	267	P	317	P	367	P		
18	P	68	I	118	T	168	P	218	P	268	L	318	L	368	T		
19	I	69	P	119	I	169	D	219	V	269	P	319	P	369	D		
20	D	70	M	120	P	170	V	220	T	270	P	320	P	370	V		
21	V	71	P	121	M	171	V	221	P	271	T	321	E	371	P		
22	P	72	P	122	P	172	T	222	O	272	P	322	P	372	I		
23	P	73	D	123	T	173	P	223	D	273	T	323	B	373	P		
24	I	74	P	124	E	174	M	224	P	274	P	324	P	374	T		
25	P	75	V	125	V	175	P	225	T	275	X	325	L	375	I		
26	L	76	P	126	T	176	E	226	V	276	P	326	P	376	I		
27	P	77	O	127	P	177	V	227	P	277	P	327	T	377	P		
28	I	78	V	128	I	178	P	228	M	278	P	328	P	378	P		
29	P	79	P	129	P	179	T	229	P	279	D	329	E	379	T		
30	D	80	P	130	T	180	P	230	T	280	P	330	P	380	I		
31	V	81	T	131	E	181	P	231	P	281	M	331	P	381	D		
32	P	82	P	132	T	182	T	232	E	282	P	332	P	382	V		
33	P	83	D	133	T	183	P	233	T	283	P	333	P	383	O		
34	P	84	V	134	I	184	T	234	P	284	P	334	P	384	V		
35	I	85	P	135	P	185	T	235	T	285	E	335	P	385	T		
36	P	86	I	136	I	186	P	236	V	286	P	336	D	386	D		
37	E	87	P	137	T	187	T	237	P	287	P	337	P	387	V		
38	V	88	Y	138	D	188	D	238	T	288	P	338	P	388	M		
39	P	89	E	139	V	189	V	239	P	289	P	339	L	389	P		
40	P	90	V	140	P	190	P	240	I	290	I	340	P	390	T		
41	V	91	P	141	T	191	P	241	T	291	P	341	I	391	D		
42	P	92	E	142	E	192	I	242	P	292	P	342	P	392	V		
43	V	93	V	143	V	193	P	243	D	293	P	343	E	393	T		
44	P	94	P	144	T	194	P	244	V	294	D	344	V	394	I		
45	V	95	L	145	L	195	O	245	P	295	V	345	V	395	P		
46	P	96	P	146	I	196	V	246	P	296	P	346	L	396	T		
47	I	97	P	147	T	197	P	247	P	297	P	347	X	397	Y		
48	E	98	V	148	E	198	L	248	L	298	P	348	P	398	T		
49	V	99	E	149	V	199	P	249	P	299	O	349	D	399	P		
50	I	100	E	150	E	200	O	250	P	300	X	350	P	400	D		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Nivel general de actividad del 07.06.2017



NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

FECHA		07-Jun-17	
HORA INICIO		10:00:00 a.m.	
HORA FIN		11:25:00 a.m.	
Actividad		Cantidad cuadrilla	Promedio Cuadrilla
TP		159	39.8%
P	Trabajo productivo	159	39.8%
TC		119	29.8%
T	Transporte	52	13.0%
M	Mediciones	8	2.0%
I	Recibir/dar instrucciones	28	7.0%
L	Limpieza/ordenar	27	6.8%
X	Otros X	4	1.0%
TNC		122	30.5%
V	Viajes	53	13.3%
O	Tiempo ocioso	9	2.3%
E	Esperas	25	6.3%
R	Trabajo rehecho	0	0.0%
D	Descanso	32	8.0%
B	Necesidades fisiológicas	1	0.3%
Y	Otros Y	2	0.5%
Trabajo productivo		159	40%
Trabajo contributorio		119	30%
Trabajo no contributorio		122	31%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Muestreo de trabajo del 10.07.2017

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD		CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO - LA JOYA - AREQUIPA			
HORA INICIO	10:00:00 a.m.	HORA FIN	10:55:00 a.m.	FECHA	10/07/2017

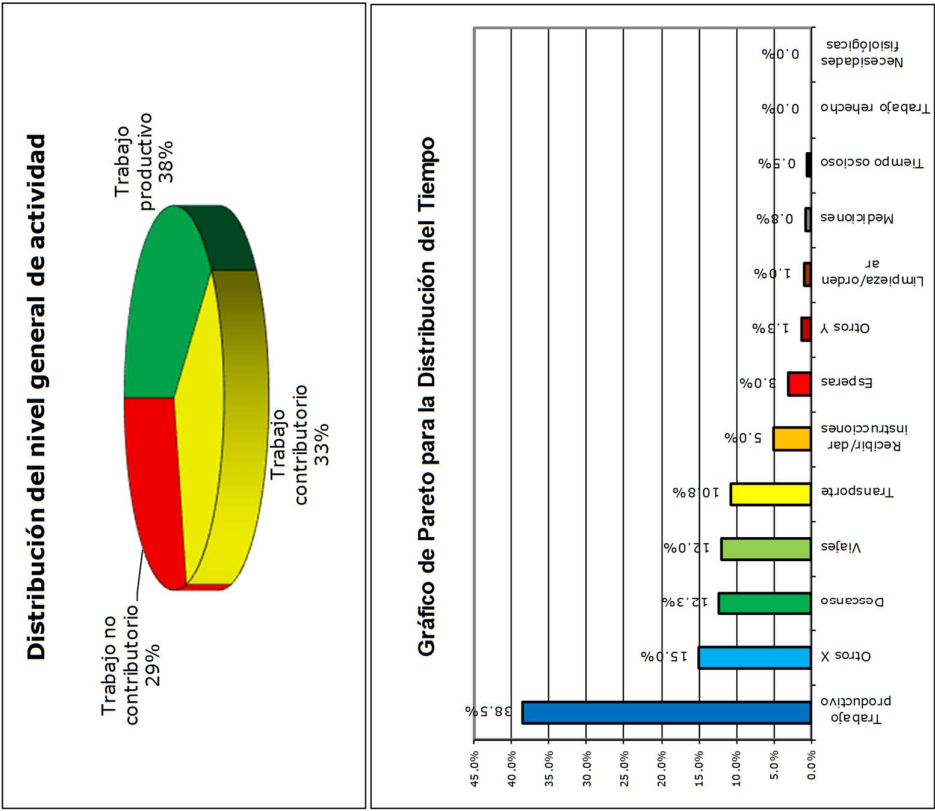
TC: Mediciones y lectura de planos (M), Transporte (T), Limpieza (L), Recibir/dar instrucciones (I), Otros (X)
TNC: Espera (E), Tiempo ocioso (O), descanso (D), Necesidades (B), Viaje (V), Trabajo rehecho (R), Otros (Y)

	TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO		TIPO
1	I	51	P	101	V	151	T	201	T	251	P	301	X	351	P		
2	T	52	V	102	V	152	P	202	X	252	L	302	P	352	X		
3	V	53	T	103	T	153	X	203	P	253	P	303	I	353	D		
4	Y	54	T	104	P	154	P	204	V	254	T	304	P	354	P		
5	T	55	P	105	V	155	X	205	M	255	Y	305	P	355	X		
6	V	56	O	106	T	156	T	206	P	256	P	306	X	356	P		
7	V	57	P	107	V	157	P	207	X	257	X	307	P	357	X		
8	P	58	P	108	T	158	X	208	P	258	P	308	I	358	P		
9	I	59	V	109	P	159	P	209	T	259	V	309	T	359	D		
10	P	60	P	110	V	160	V	210	X	260	P	310	X	360	P		
11	P	61	V	111	P	161	P	211	P	261	P	311	P	361	D		
12	V	62	P	112	V	162	P	212	X	262	T	312	X	362	P		
13	P	63	V	113	P	163	X	213	P	263	O	313	P	363	D		
14	M	64	P	114	X	164	P	214	X	264	P	314	X	364	T		
15	P	65	X	115	V	165	P	215	P	265	P	315	P	365	X		
16	V	66	P	116	P	166	X	216	P	266	T	316	P	366	P		
17	I	67	V	117	M	167	P	217	X	267	X	317	X	367	X		
18	P	68	P	118	P	168	P	218	T	268	P	318	I	368	P		
19	V	69	V	119	V	169	X	219	D	269	T	319	P	369	P		
20	P	70	P	120	P	170	T	220	T	270	X	320	D	370	I		
21	D	71	V	121	V	171	I	221	X	271	E	321	T	371	P		
22	P	72	P	122	T	172	P	222	P	272	T	322	X	372	X		
23	V	73	X	123	P	173	X	223	D	273	I	323	P	373	P		
24	P	74	D	124	I	174	P	224	I	274	D	324	E	374	X		
25	P	75	I	125	V	175	P	225	T	275	P	325	L	375	P		
26	D	76	I	126	V	176	Y	226	X	276	X	326	D	376	D		
27	P	77	V	127	P	177	X	227	P	277	P	327	X	377	P		
28	V	78	E	128	I	178	P	228	D	278	D	328	P	378	X		
29	E	79	P	129	E	179	E	229	X	279	P	329	E	379	I		
30	V	80	D	130	P	180	P	230	P	280	P	330	P	380	P		
31	D	81	T	131	V	181	D	231	D	281	X	331	D	381	D		
32	V	82	X	132	D	182	P	232	P	282	P	332	P	382	P		
33	P	83	E	133	P	183	X	233	X	283	P	333	P	383	X		
34	D	84	T	134	I	184	P	234	P	284	D	334	D	384	P		
35	P	85	X	135	T	185	D	235	X	285	P	335	P	385	D		
36	V	86	T	136	V	186	P	236	E	286	P	336	P	386	P		
37	D	87	E	137	P	187	T	237	P	287	T	337	P	387	P		
38	T	88	P	138	X	188	D	238	T	288	E	338	P	388	D		
39	X	89	V	139	X	189	V	239	P	289	P	339	D	389	I		
40	V	90	P	140	V	190	P	240	D	290	T	340	P	390	P		
41	D	91	D	141	T	191	P	241	P	291	P	341	T	391	X		
42	E	92	I	142	X	192	D	242	V	292	D	342	P	392	P		
43	P	93	P	143	P	193	P	243	P	293	P	343	D	393	X		
44	D	94	V	144	D	194	P	244	X	294	X	344	P	394	T		
45	T	95	P	145	P	195	X	245	P	295	D	345	V	395	D		
46	X	96	V	146	V	196	P	246	P	296	P	346	X	396	T		
47	T	97	P	147	P	197	D	247	P	297	D	347	L	397	V		
48	Y	98	T	148	P	198	P	248	X	298	T	348	P	398	D		
49	D	99	I	149	X	199	V	249	D	299	T	349	Y	399	D		
50	I	100	D	150	V	200	V	250	D	300	T	350	L	400	P		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Nivel general de actividad del 10.07.2017



NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

FECHA	10-Jul-17
HORA INICIO	10:00:00 a.m.
HORA FIN	10:55:00 a.m.

Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio Cuadrilla
TP	154	38.5%
P Trabajo productivo	154	38.5%
TC	130	32.5%
T Transporte	43	10.8%
M Mediciones	3	0.8%
I Recibir/dar instrucciones	20	5.0%
L Limpieza/ordenar	4	1.0%
X Otros X	60	15.0%
TNC	116	29.0%
V Viajes	48	12.0%
O Tiempo ocioso	2	0.5%
E Esperas	12	3.0%
R Trabajo rehecho	0	0.0%
D Descanso	49	12.3%
B Necesidades fisiológicas	0	0.0%
Y Otros Y	5	1.3%

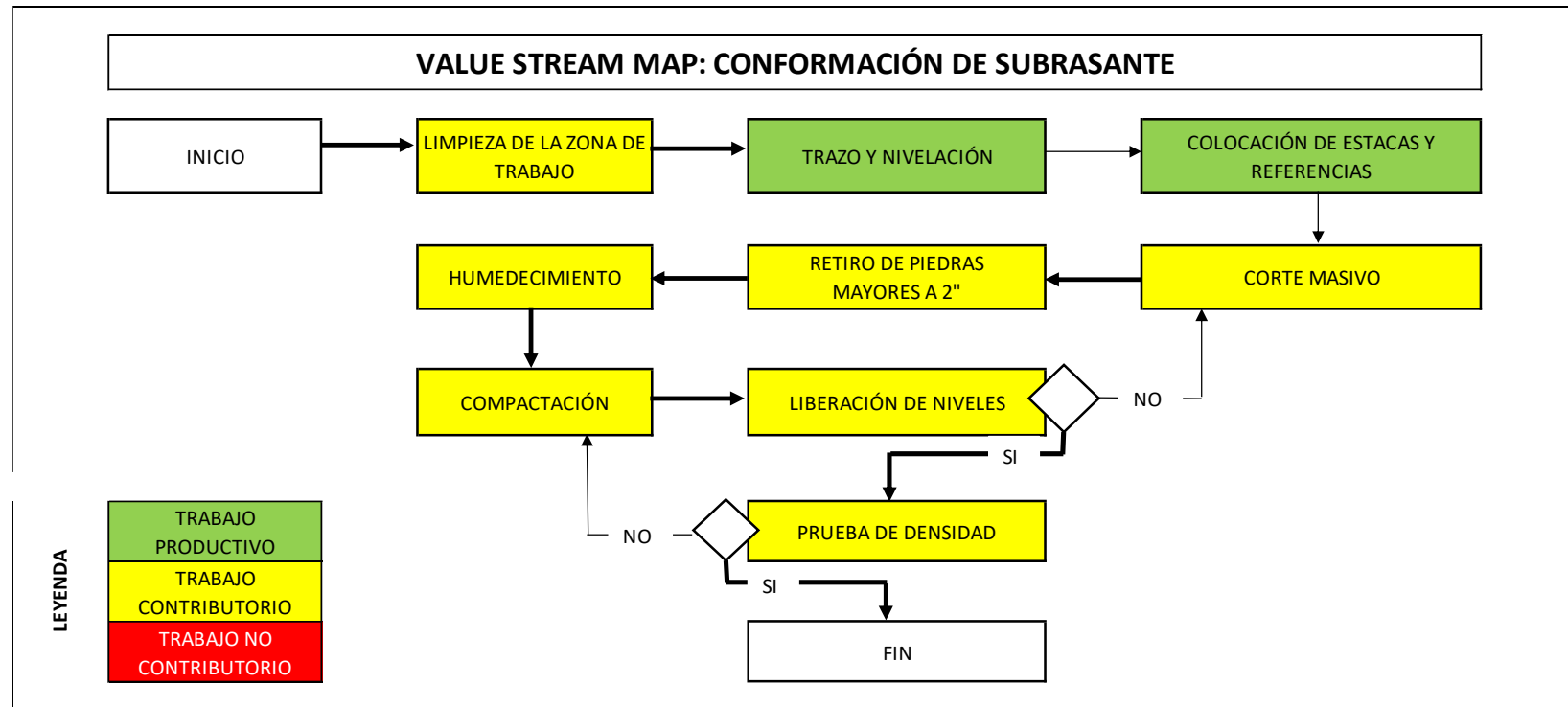
Trabajo productivo	154	39%
Trabajo contributorio	130	33%
Trabajo no contributorio	116	29%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



7.2. ANEXO 2: VALUE STREAM MAP

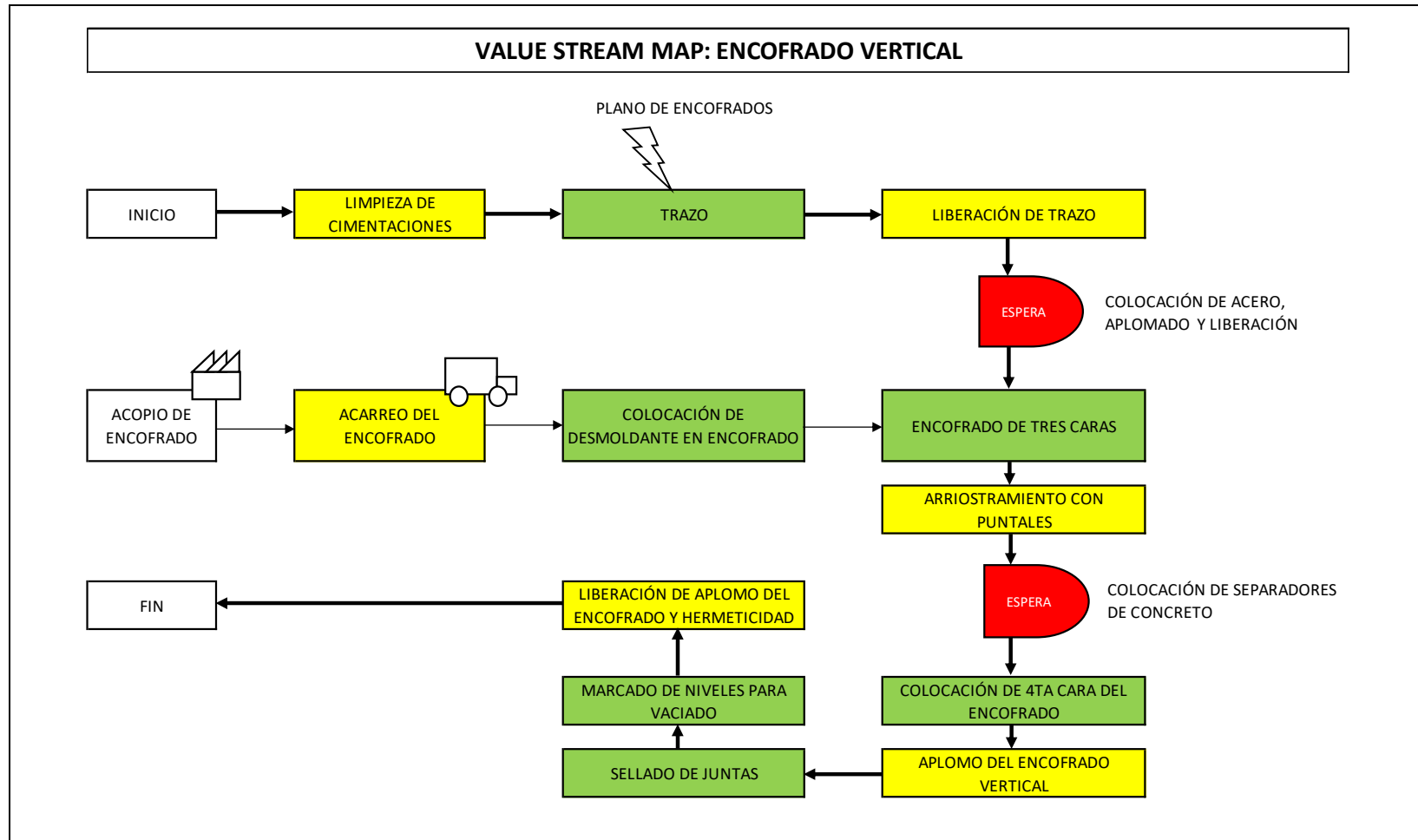
Value stream map de conformación de subrasante



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



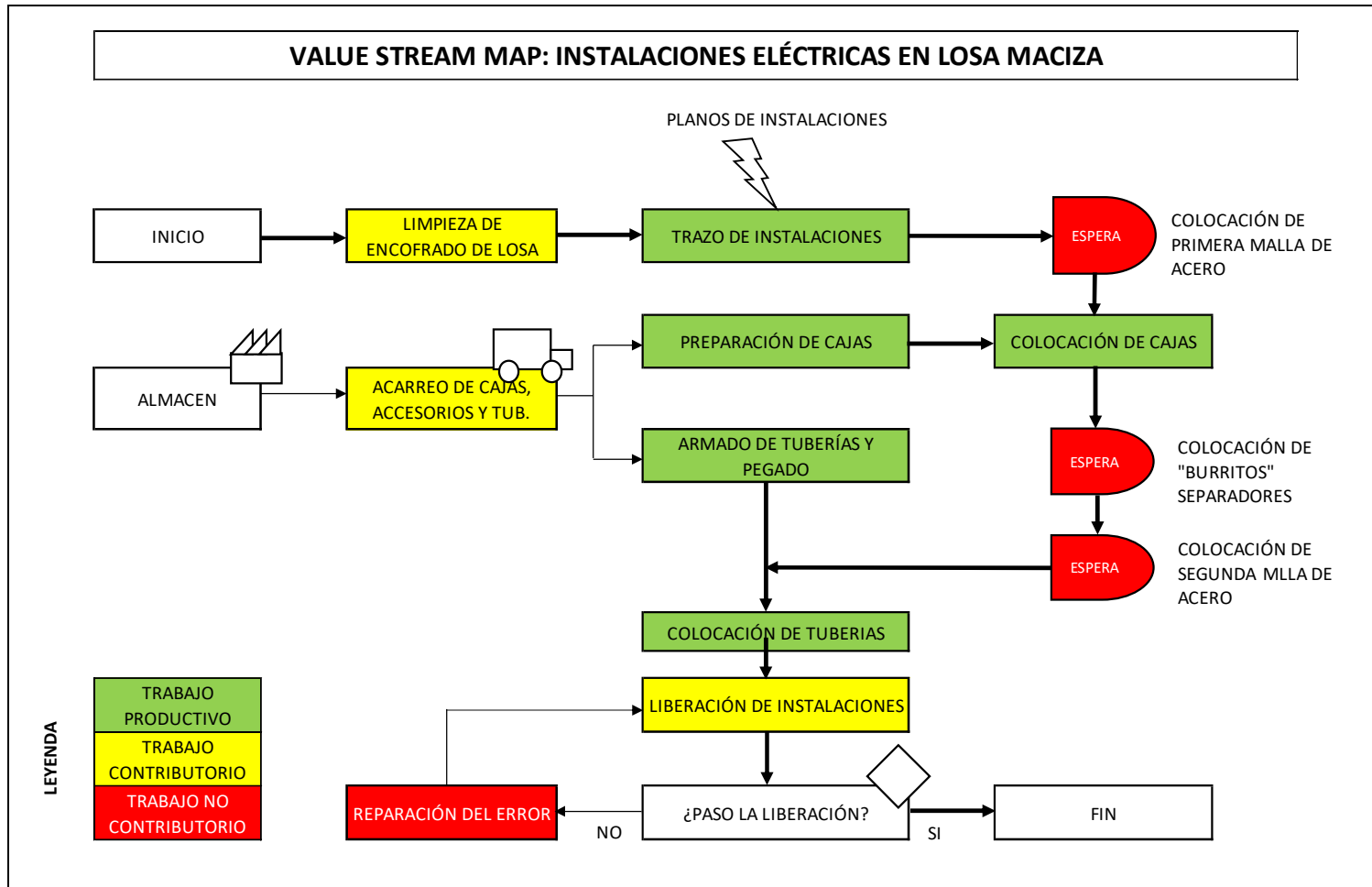
Value stream map de encofrado vertical



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

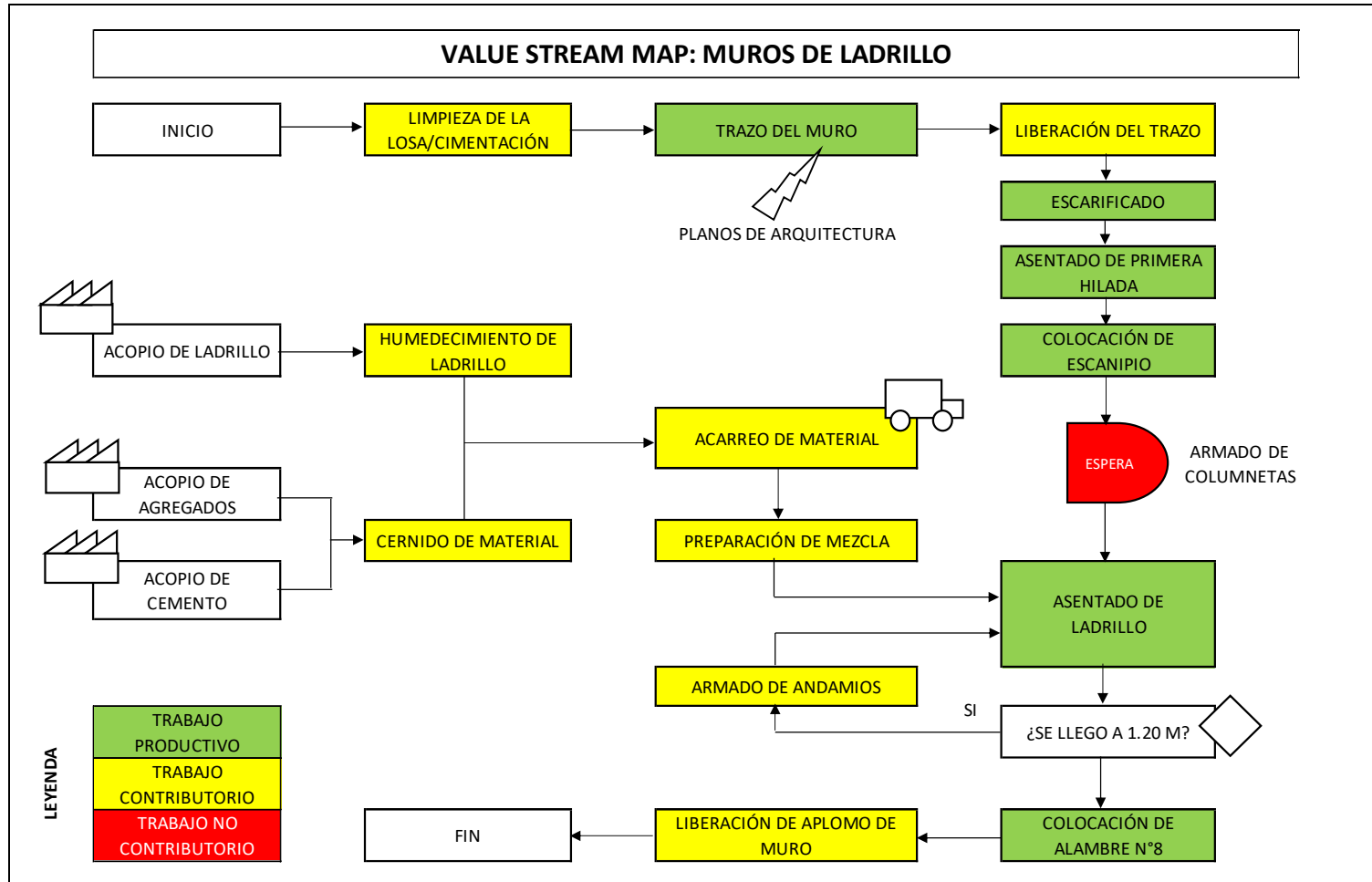


Value stream map de instalaciones eléctricas en losa maciza



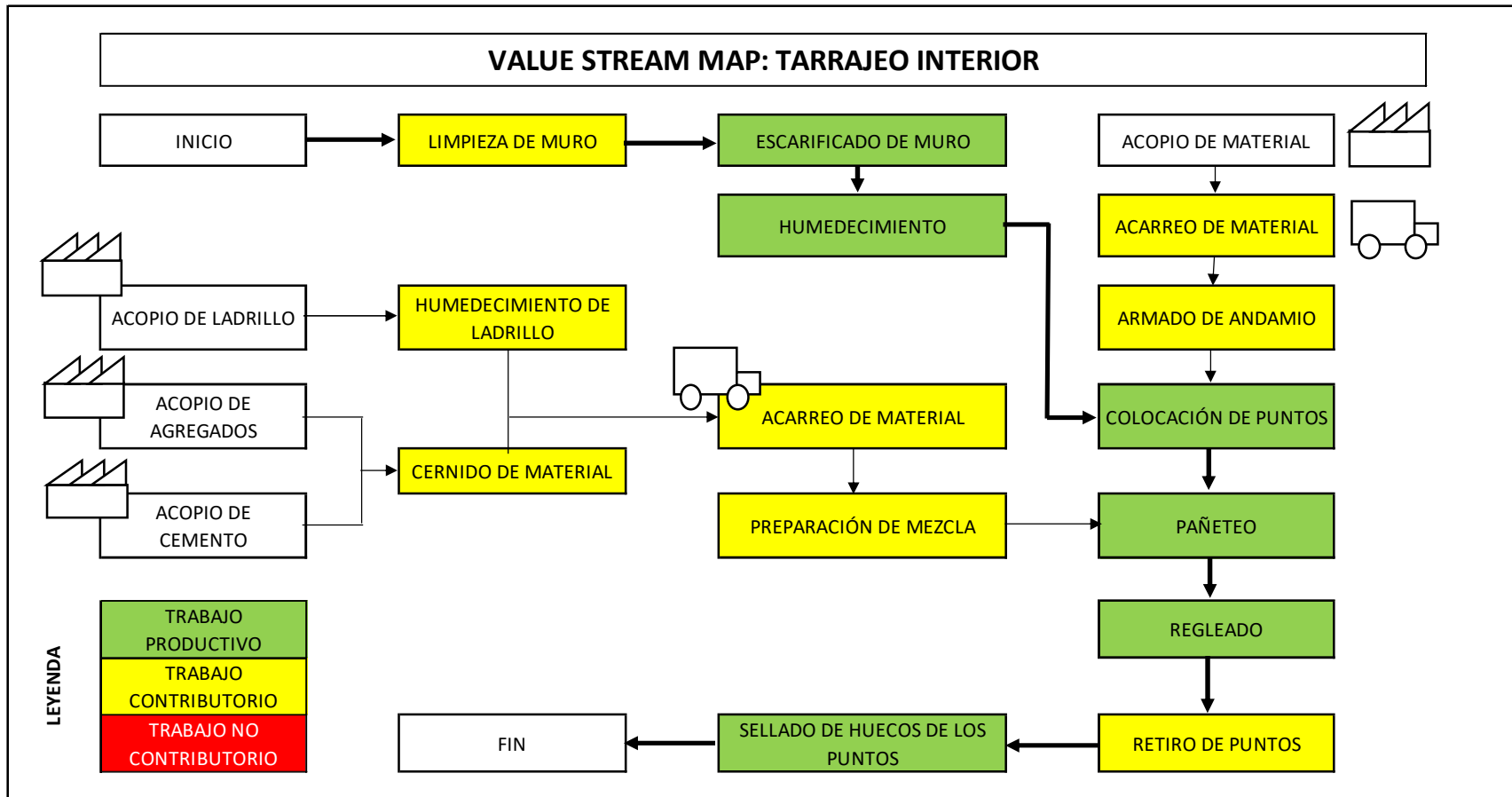


Value stream map de muro de ladrillo





Value stream map de tarrajeo de muro



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



7.3. ANEXO 3: CARTAS BALANCE

Formato de carta balance

FORMATO DE CARTA BALANCE										
Proyecto: _____					Partida: _____					
Hora Inicio: _____					Hora Fin: _____					Fecha: _____
Muestreador: _____										
N°	Obrero 1	Obrero 2	Obrero 3	Obrero 4	Obrero 5	Obrero 6	Obrero 7	Obrero 8	Obrero 9	Obrero 10
0										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
59										
60										

ADAPTADO DEL CAPITULO PERUANO DE LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE



Carta balance de albañilería del 28.02.2017

DATOS GENERALES - CARTA BALANCE

Obra	CEMAE
LUGAR	AREQUIPA
Actividad	ALBAÑILERIA 2° ETAPA
Descripción	Asentado de muro de albañilería de 1

Fecha	28/02/2017
-------	------------

Hora Inicio	16:28
Hora Fin	18:07

Cuadrilla	
Cargo	Nombre
Operario	Juan K
Peon	Frank

Trabajo Productivo	
1	Ubicación de cordel de nivelación
2	Colocación de mezcla en junta horizontal
3	Asentar ladrillo
4	Colocación de mezcla en junta vertical
5	Colocación mecha alambre N°8
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

Trabajo Contributorio	
M	Mediciones
T	Transportes
L	Limpieza
I	Inspección, Recibir/Dar instrucciones
X	Otros X
X1	Humedecer ladrillos
X2	Acarreo de ladrillos
X3	Preparación de mezcla mortero
X4	Acarreo de agua, cemento y agregado
X5	Verificación de plomada
X6	
X7	
X8	
X9	
X10	

Trabajo No Contributorio	
E	Esperas
O	Tiempo ocioso
D	Descanso
N	Necesidades Fisiológicas
V	Viajes
R	Trabajos rehechos
Y	Otros Y
Y1	Desatar hiladas
Y2	
Y3	
Y4	
Y5	
Y6	
Y7	
Y8	

	Operario	Peon
	Juan K	Frank
TP	79%	0%
TC	20%	83%
TNC	1%	17%
	100%	100%

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Carta balance de albañilería del 28.02.2017

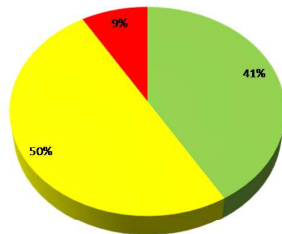
GRAFICOS GENERALES

NOTA

Obra	CEMAE
Actividad	ALBAÑILERIA 2ª ETAPA
Fecha	28/02/2017

CEMAE - AREQUIPA

GENERAL

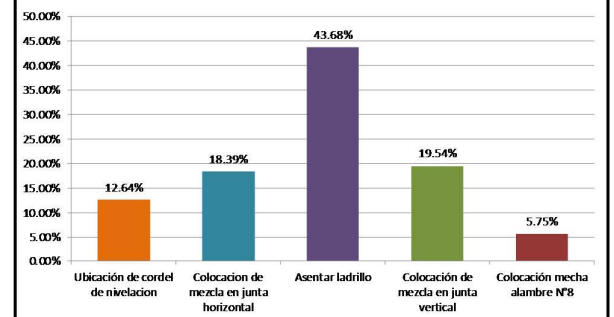


Trabajo Productivo	41%
Trabajo Contributivo	50%
Trabajo No Contributivo	9%

Actividad (TP)	41.43%
----------------	--------

Trabajo Productivo		
1	Ubicación de cordel de nivel	12.64%
2	Colocación de mezcla en junta horizontal	18.39%
3	Asentar ladrillo	43.68%
4	Colocación de mezcla en junta vertical	19.54%
5	Colocación mecha alambre	5.75%
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
		100.00%

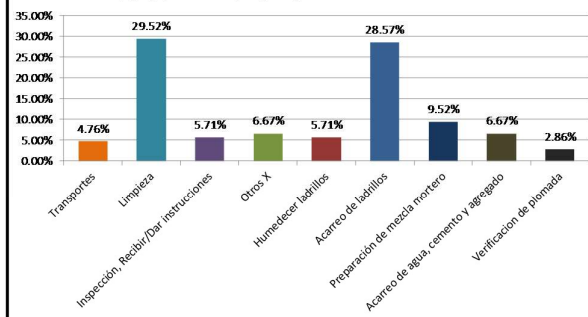
TRABAJO PRODUCTIVO



Actividad (TC)	50.00%
----------------	--------

Trabajo Contributivo		
M	Mediciones	
T	Transportes	4.76%
L	Limpieza	29.52%
I	Inspección, Recibir/Dar instrucciones	5.71%
X	Otros X	6.67%
X1	Humedecer ladrillos	5.71%
X2	Acarreo de ladrillos	28.57%
X3	Preparación de mezcla mortero	9.52%
X4	Acarreo de agua, cemento y agregado	6.67%
X5	Verificación de plomada	2.86%
X6		
X7		
X8		
X9		
X10		
		100.00%

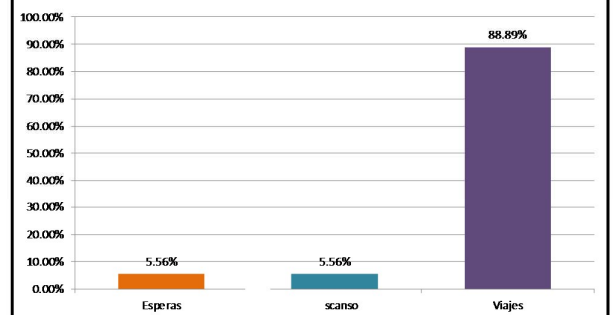
TRABAJO CONTRIBUTIVO



Actividad (TNC)	8.57%
-----------------	-------

Trabajo No Contributivo		
E	Esperas	5.56%
O	Tiempo ocioso	
D	Descanso	5.56%
N	Necesidades Fisiológicas	
V	Viajes	88.89%
R	Trabajos rehechos	
Y	Otros Y	
Y1	Desatar hiladas	
Y2		
Y3		
Y4		
Y5		
Y6		
Y7		
Y8		
		100.00%

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Carta balance de colocación de ladrillo pastelero del 05.05.2017

DATOS GENERALES - CARTA BALANCE

Obra	CEMAE
LUGAR	AREQUIPA
Actividad	COLOCACIÓN DE PASTELERO
Descripción	LA COLOCACIÓN DE PASTELERO EN PISOS DE TECHO DEL HANGAR RUSO

Fecha	05/05/2017
-------	------------

Hora Inicio	10:53
Hora Fin	12:02

Cuadrilla	
Cargo	Nombre
Operario	Mario
Operario	Juan
Operario	Miguel
Operario	Jose
Operario	Luis
Operario	Mario
Peon	Roberto

Trabajo Productivo	
1	Colocación de Niveles
2	Colocación de Asfalto
3	Colocación de Sobrecarga
4	Humedecimiento de la Superficie
5	Colocación de Pegamento (Mortero)
6	Colocación de Ladrillo y corte
7	Encintado
8	Colocación de Sika - Flex
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

Trabajo Contributorio	
M	Mediciones
T	Transportes
L	Limpieza
I	Inspección, Recibir/Dar instrucciones
X	Otros X
X1	Transportes de Asfalto
X2	Limpieza de la Superficie
X3	Transporte de Ladrillo
X4	Transporte de Agregados
X5	Preparación de Morteros
X6	Transportes de Mescla
X7	Humedecer ladrillo
X8	
X9	
X10	

	Operario	Operario	Operario	Operario
	Mario	Juan	Miguel	Jose
TP	73%	67%	65%	68%
TC	17%	26%	30%	26%
TNC	11%	8%	5%	6%
	100%	100%	100%	100%

	Operario	Operario	Peon
	Luis	Mario	Roberto
TP	63%	75%	8%
TC	31%	20%	62%
TNC	6%	5%	30%
	100%	100%	100%

Trabajo No Contributorio	
E	Esperas
O	Tiempo ocioso
D	Descanso
N	Necesidades Fisiologicas
V	Viajes
R	Trabajos rehechos
Y	Otros Y
Y1	
Y2	
Y3	
Y4	
Y5	
Y6	
Y7	
Y8	

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Carta balance de colocación de ladrillo pastelero del 05.05.2017

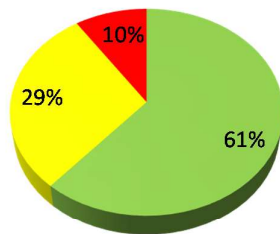
GRAFICOS GENERALES

NOTA

Obra	CEMAE
Actividad	COLOCACIÓN DE PASTELERO
Fecha	05/05/2017

CEMAE - AREQUIPA

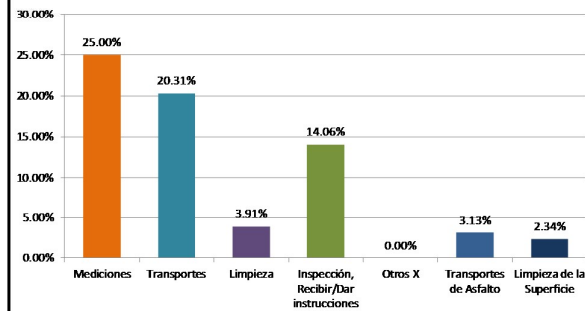
GENERAL



Trabajo Productivo	61%
Trabajo Contributorio	29%
Trabajo No Contributorio	9%

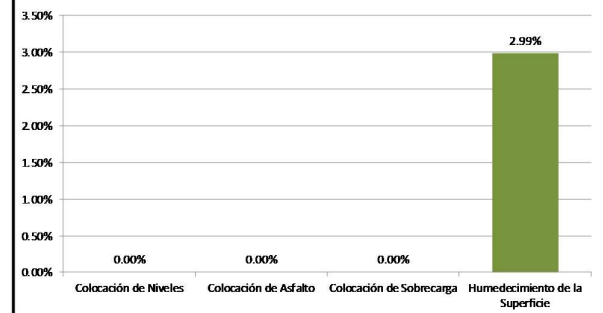
Actividad (TC) 29.29%			
Trabajo Contributorio			
N°	Descripción	%	T (min)
M	Mediciones	25.00%	32
T	Transportes	20.31%	26
L	Limpieza	3.91%	5
I	Inspección, Recibir/Dar instr	14.06%	18
X	Otros X		
X1	Transportes de Asfalto	3.13%	4
X2	Limpieza de la Superficie	2.34%	3
X3	Transporte de Ladrillo	7.81%	10
X4	Transporte de Agregados	2.34%	3
X5	Preparación de Morteros	12.50%	16
X6	Transportes de Miesca	3.91%	5
X7	Humedecer ladrillo		
X8		4.69%	6
X9			
X10			
		100.00%	128 min

TRABAJO CONTRIBUTORIO



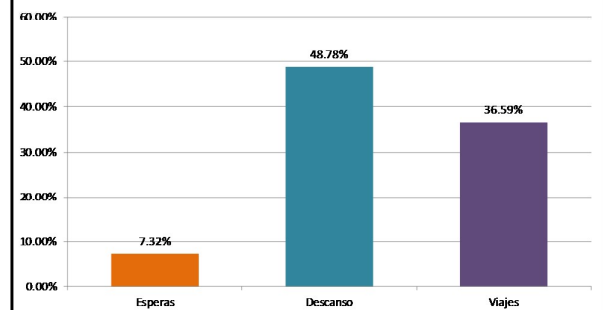
Actividad (TP) 61.33%			
Trabajo Productivo			
N°	Descripción	%	T (min)
1	Colocación de Niveles		
2	Colocación de Asfalto		
3	Colocación de Sobrecarga		
4	Humedecimiento de la Supe	2.99%	8
5	Colocación de Pegamento (t	11.19%	30
6	Colocación de Ladrillo y cor	84.70%	227
7	Encintado	1.12%	3
8	Colocación de Sika - Flex		
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
		100.00%	268 min

TRABAJO PRODUCTIVO



Actividad (TNC) 9.38%			
Trabajo No Contributorio			
N°	Descripción	%	T (min)
E	Esperas	7.32%	3.00
O	Tiempo ocioso	7.32%	3.00
D	Descanso	48.78%	20.00
N	Necesidades Fisiologicas		
V	Viajes	36.59%	15.00
R	Trabajos rehechos		
Y	Otros Y		
Y1			
Y2			
Y3			
Y4			
Y5			
Y6			
Y7			
Y8			
		100.00%	41 min

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Carta balance de pintura del 28.04.2017

DATOS GENERALES - CARTA BALANCE

Obra	CEMAE
LUGAR	AREQUIPA
Actividad	PINTURA DE INTERIORES, EXTERIORES Y CIELO RASO
Descripción	LA PINTURA DEL HANGAR RUSO

Fecha	28/04/2017
-------	------------

Hora Inicio	09:21
Hora Fin	12:02

Cuadrilla	
Cargo	Nombre
Operario	Ancelmo
Operario	Adriano

Trabajo Productivo	
1	Lijado
2	Base + Empaste
3	Pintado
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

Trabajo Contributivo	
M	Mediciones
T	Transportes
L	Limpieza
I	Inspección, Recibir/Dar instrucciones
X	Otros X
X1	Limpieza de la superficie
X2	Armado de Andamios
X3	Preparación de mezcla
X4	
X5	
X6	
X7	
X8	
X9	
X10	

Trabajo No Contributivo	
E	Esperas
O	Tiempo ocioso
D	Descanso
N	Necesidades Fisiológicas
V	Viajes
R	Trabajos rehechos
Y	Otros Y
Y1	Masillado
Y2	
Y3	
Y4	
Y5	
Y6	
Y7	
Y8	

	Operario	Operario
	Ancelmo	Adriano
TP	84%	89%
TC	15%	7%
TNC	1%	4%
	100%	100%

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Carta balance de pintura del 28.04.2017

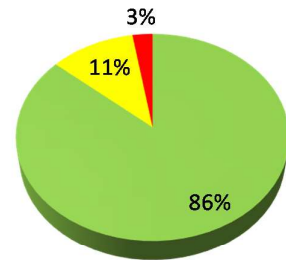
GRAFICOS GENERALES

NOTA

Obra	CEMAE
Actividad	PINTURA DE INTERIORES,
Fecha	28/04/2017

CEMAE - AREQUIPA

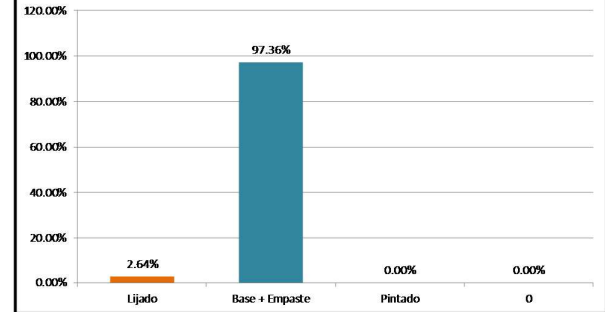
GENERAL



Trabajo Productivo	86%
Trabajo Contributivo	11%
Trabajo No Contributivo	3%

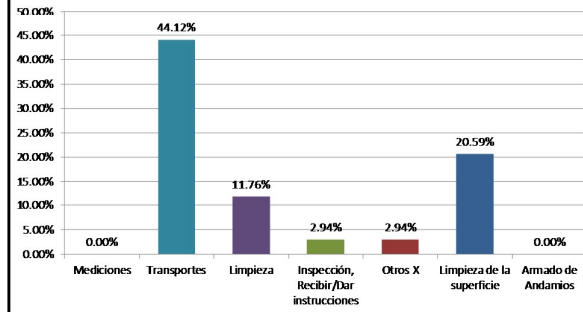
Actividad (TP)				86.32%
Trabajo Productivo				
N°	Descripción	%	T (min)	
1	Lijado	2.64%	7	
2	Base + Empaste	97.36%	258	
3	Pintado			
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
		100.00%	265 min	

TRABAJO PRODUCTIVO



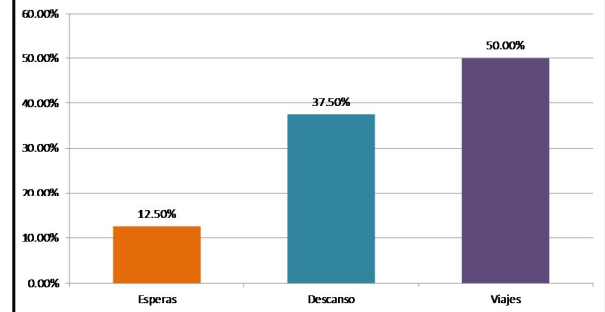
Actividad (TC)				11.07%
Trabajo Contributivo				
N°	Descripción	%	T (min)	
M	Mediciones			
T	Transportes	44.12%	15	
L	Limpieza	11.76%	4	
I	Inspección, Recibir/Dar instr	2.94%	1	
X	Otros X	2.94%	1	
X1	Limpieza de la superficie	20.59%	7	
X2	Armado de Andamios			
X3	Preparación de mezcla	17.65%	6	
X4				
X5				
X6				
X7				
X8				
X9				
X10				
		100.00%	34 min	

TRABAJO CONTRIBUTIVO



Actividad (TNC)				2.61%
Trabajo No Contributivo				
N°	Descripción	%	T (min)	
E	Esperas	12.50%	1.00	
O	Tiempo ocioso			
D	Descanso	37.50%	3.00	
N	Necesidades Fisiologicas			
V	Viajes	50.00%	4.00	
R	Trabajos rehechos			
Y	Otros Y			
Y1	Masillado			
Y2				
Y3				
Y4				
Y5				
Y6				
Y7				
Y8				
		100.00%	8 min	

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Carta balance de solaqueo del 29.03.2017

DATOS GENERALES - CARTA BALANCE

Obra	CEMAE
LUGAR	AREQUIPA
Actividad	SOLAQUEO DE CIELO DE RASO Y VIGAS DEL 2do NIVEL
Descripción	EL SOLAQUEO DEL CIELO RASOY VIGAS DEL 2do NIVEL

Fecha	29/03/2017
-------	------------

Hora Inicio	10:07
Hora Fin	12:01

Cuadrilla	
Cargo	Nombre
Operario	Luis
Operario	Miguel
Operario	Jose
Operario	Martin
Peon	Miguel

Trabajo Productivo	
1	Amolado de superficie
2	Humedecimiento de la pared
3	Frotachado
4	Retoque con esponja
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

Trabajo Contributorio	
M	Mediciones
T	Transportes
L	Limpieza
I	Inspección, Recibir/Dar instrucciones
X	Otros X
X1	Preparacion de mezcla
X2	Transporte de mezcla
X3	
X4	
X5	
X6	
X7	
X8	
X9	
X10	

	Operario	Operario
	Luis	Miguel
TP	87%	87%
TC	10%	9%
TNC	3%	4%
	100%	100%

Trabajo No Contributorio	
E	Esperas
O	Tiempo ocioso
D	Descanso
N	Necesidades Fisiologicas
V	Viajes
R	Trabajos rehechos
Y	Otros Y
Y1	
Y2	
Y3	
Y4	
Y5	
Y6	
Y7	
Y8	

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Carta balance de solaqueo del 29.03.2017

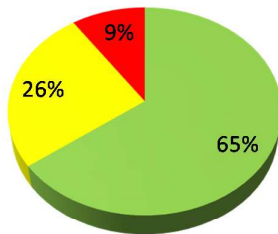
GRAFICOS GENERALES

NOTA

Obra	CEMAE
Actividad	SOLAQUEO DE CIELO DE RASO Y VIGAS
Fecha	29/03/2017

CEMAE - AREQUIPA

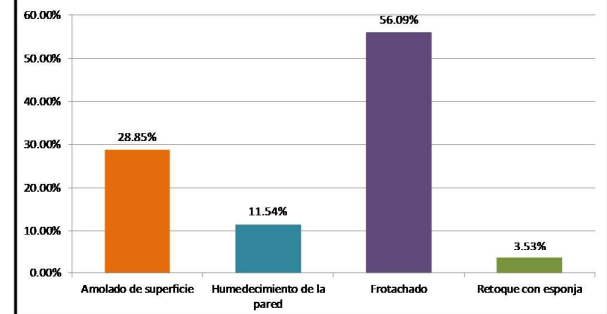
GENERAL



Trabajo Productivo	65%
Trabajo Contributorio	26%
Trabajo No Contributorio	10%

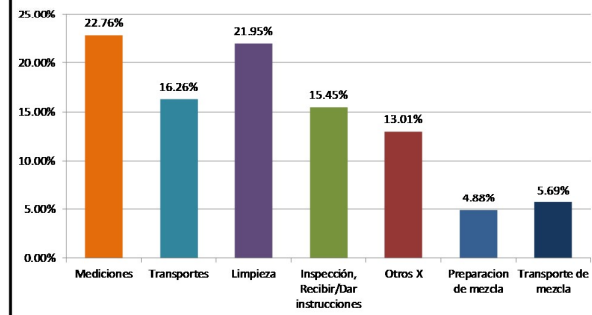
Actividad (TP)				64.86%
Trabajo Productivo				
N°	Descripción	%	T (min)	
1	Amolado de superficie	28.85%	90	
2	Humedecimiento de la pared	11.54%	36	
3	Frotachado	56.09%	175	
4	Retoque con esponja	3.53%	11	
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
		100.00%	312	min

TRABAJO PRODUCTIVO



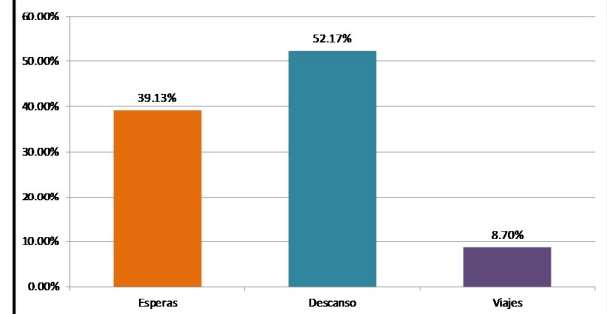
Actividad (TC)				25.57%
Trabajo Contributorio				
N°	Descripción	%	T (min)	
M	Mediciones	22.76%	28	
T	Transportes	16.26%	20	
L	Limpieza	21.95%	27	
I	Inspección, Recibir/Dar instr	15.45%	19	
X	Otros X	13.01%	16	
X1	Preparación de mezcla	4.88%	6	
X2	Transporte de mezcla	5.69%	7	
X3				
X4				
X5				
X6				
X7				
X8				
X9				
X10				
		100.00%	123	min

TRABAJO CONTRIBUTORIO



Actividad (TNC)				9.56%
Trabajo No Contributorio				
N°	Descripción	%	T (min)	
E	Esperas	39.13%	18.00	
O	Tiempo ocioso			
D	Descanso	52.17%	24.00	
N	Necesidades Fisiológicas			
V	Viajes	8.70%	4.00	
R	Trabajos rehechos			
Y	Otros Y			
Y1				
Y2				
Y3				
Y4				
Y5				
Y6				
Y7				
Y8				
		100.00%	46	min

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Carta balance de tarrajeo interior del 14.03.2017

DATOS GENERALES - CARTA BALANCE

Obra	CEMAE
LUGAR	AREQUIPA
Actividad	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES
Descripción	SE TARRAJEO LOS MUROS INTERIORES

Fecha	14/03/2017
-------	------------

Hora Inicio	10:03
Hora Fin	12:12

Cuadrilla	
Cargo	Nombre
Operario	Horacio
Operario	Hilario
Operario	C.Alejandro
Operario	Peralta
Peon	Alexander
Peon	Alejandro V.

Trabajo Productivo	
1	Humedecer Pared
2	Colocar puntos
3	Colocacion de adherente de a/c
4	Pañeteo
5	Regleado
6	Frotachado
7	Gruñado
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

Trabajo Contributorio	
M	Mediciones
T	Transportes
L	Limpieza
I	Inspección, Recibir/Dar instrucciones
X	Otros X
X1	Limpieza y escarificado
X2	Armado de andamios
X3	Acarreo de agua
X4	Acarreo de material (ceento y agragado)
X5	Preparar mezcla
X6	Recojo de mezcla
X7	
X8	
X9	
X10	

Trabajo No Contributorio	
E	Esperas
O	Tiempo ocioso
D	Descanso
N	Necesidades Fisiologicas
V	Viajes
R	Trabajos rehechos
Y	Otros Y
Y1	
Y2	
Y3	
Y4	
Y5	
Y6	
Y7	
Y8	

	Operario	Operario	Operario	Operario	Peon	Peon
	Horacio	Hilario	C.Alejandro	Peralta	Alexander	Alejandro V.
TP	78%	81%	82%	54%	31%	19%
TC	20%	15%	12%	26%	35%	62%
TNC	2%	5%	6%	20%	34%	19%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Carta balance de tarrajeo interior del 14.03.2017

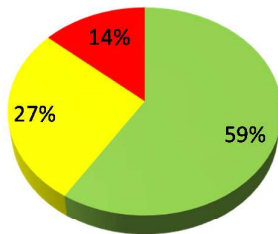
GRAFICOS GENERALES

NOTA

Obra	CEMAE
Actividad	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES
Fecha	14/03/2017

CEMAE - AREQUIPA

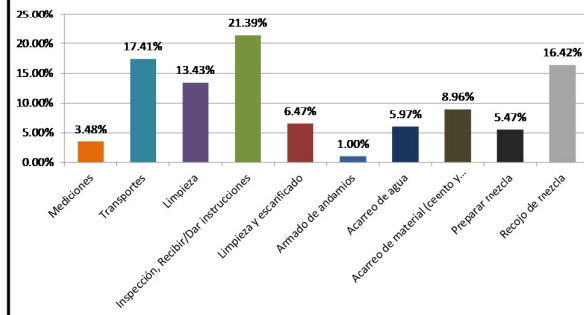
GENERAL



Trabajo Productivo	59%
Trabajo Contributorio	27%
Trabajo No Contributorio	14%

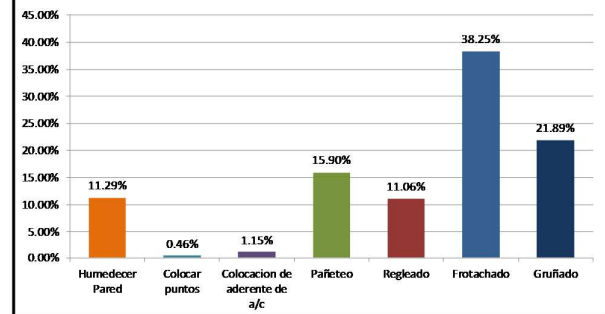
Actividad (TC) 27.35%			
Trabajo Contributorio			
N°	Descripción	%	T (min)
M	Mediciones	3.48%	7
T	Transportes	17.41%	35
L	Limpieza	13.43%	27
I	Inspección, Recibir/Dar instr	21.39%	43
X	Otros X		
X1	Limpieza y escarificado	6.47%	13
X2	Armado de andamios	1.00%	2
X3	Acarreo de agua	5.97%	12
X4	Acarreo de material (ceento)	8.96%	18
X5	Preparar mezcla	5.47%	11
X6	Recojo de mezcla	16.42%	33
X7			
X8			
X9			
X10			
		100.00%	201 min

TRABAJO CONTRIBUTORIO



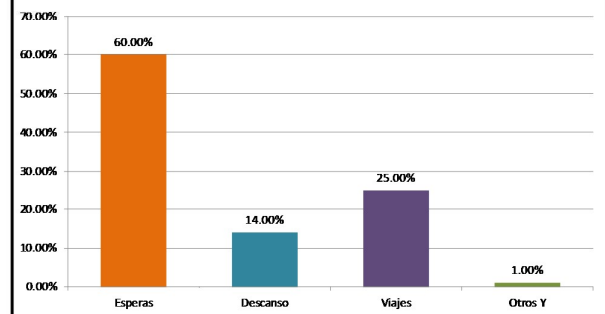
Actividad (TP) 59.05%			
Trabajo Productivo			
N°	Descripción	%	T (min)
1	Humedecer Pared	11.29%	49
2	Colocar puntos	0.46%	2
3	Colocacion de adherente de a/c	1.15%	5
4	Pañeteo	15.90%	69
5	Regleado	11.06%	48
6	Frotachado	38.25%	166
7	Gruñado	21.89%	95
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
		100.00%	434 min

TRABAJO PRODUCTIVO



Actividad (TNC) 13.61%			
Trabajo No Contributorio			
N°	Descripción	%	T (min)
E	Esperas	60.00%	60.00
O	Tiempo ocioso		
D	Descanso	14.00%	14.00
N	Necesidades Fisiologicas		
V	Viajes	25.00%	25.00
R	Trabajos rehechos		
Y	Otros Y	1.00%	1.00
Y1			
Y2			
Y3			
Y4			
Y5			
Y6			
Y7			
Y8			
		100.00%	100 min

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Carta balance de tarrajeo exterior del 27.03.2017

DATOS GENERALES - CARTA BALANCE

Obra	CEMAE
LUGAR	AREQUIPA
Actividad	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES
Descripción	SE TARRAJEO LOS MUROS EXTERIORES

Fecha	27/03/2017
-------	------------

Hora Inicio	09:34
Hora Fin	12:03

Cuadrilla	
Cargo	Nombre
Operario	Luis
Operario	Cesar
Operario	Juan
Operario	Rojas
Peon	Jose L
Peon	Jose M

Trabajo Productivo	
1	Humedecer Pared
2	Colocar puntos
3	Colocacion de adherente de a/c
4	Pañeteo
5	Regleado
6	Frotachado
7	Gruñado
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

Trabajo Contributorio	
M	Mediciones
T	Transportes
L	Limpieza
I	Inspección, Recibir/Dar instrucciones
X	Otros X
X1	Limpieza y escarificado
X2	Armado de andamios
X3	Acarreo de agua
X4	Acarreo de material (ceento y agragado)
X5	Preparar mezcla
X6	Recojo de mezcla
X7	
X8	
X9	
X10	

Trabajo No Contributorio	
E	Esperas
O	Tiempo ocioso
D	Descanso
N	Necesidades Fisiologicas
V	Viajes
R	Trabajos rehechos
Y	Otros Y
Y1	
Y2	
Y3	
Y4	
Y5	
Y6	
Y7	
Y8	

	Operario	Operario	Operario	Operario	Peon	Peon
	Luis	Cesar	Juan	Rojas	Jose L	Jose M
TP	64%	67%	42%	55%	9%	11%
TC	23%	23%	39%	32%	56%	42%
TNC	13%	10%	18%	12%	35%	47%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Carta balance de tarrajeo exterior del 27.03.2017

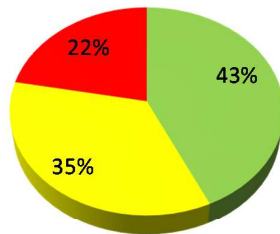
GRAFICOS GENERALES

NOTA

Obra	CEMAE
Actividad	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES
Fecha	27/03/2017

CEMAE - AREQUIPA

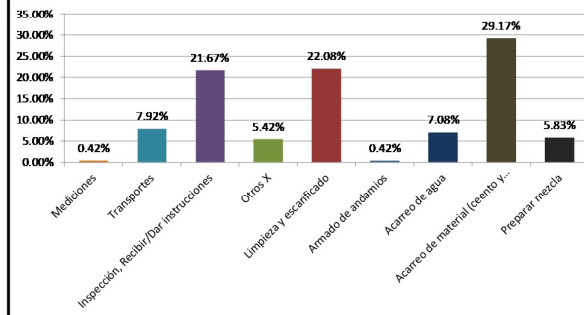
GENERAL



Trabajo Productivo	43%
Trabajo Contributorio	35%
Trabajo No Contributorio	22%

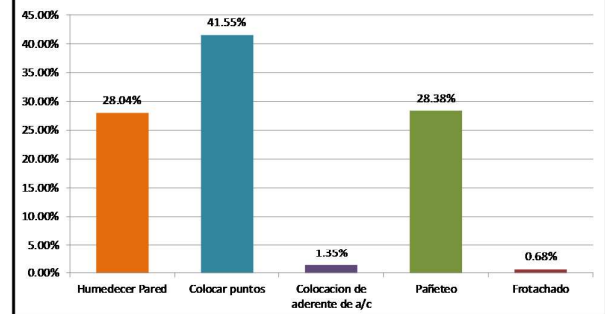
Actividad (TC) 34.93%			
Trabajo Contributorio			
N°	Descripción	%	T (min)
M	Mediciones	0.42%	1
T	Transportes	7.92%	19
L	Limpieza		
I	Inspección, Recibir/Dar instr	21.67%	52
X	Otros X	5.42%	13
X1	Limpieza y escarificado	22.08%	53
X2	Armado de andamios	0.42%	1
X3	Acarreo de agua	7.08%	17
X4	Acarreo de material (ceento	29.17%	70
X5	Preparar mezcla	5.83%	14
X6	Recojo de mezcla		
X7			
X8			
X9			
X10			
		100.00%	240 min

TRABAJO CONTRIBUTORIO



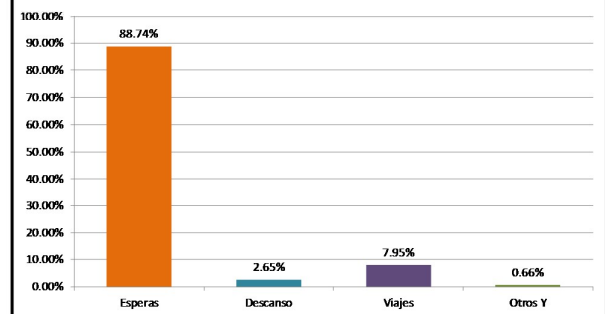
Actividad (TP) 43.09%			
Trabajo Productivo			
N°	Descripción	%	T (min)
1	Humedecer Pared	28.04%	83
2	Colocar puntos	41.55%	123
3	Colocacion de adherente de	1.35%	4
4	Pañeteo	28.38%	84
5	Regleado		
6	Frotachado	0.68%	2
7	Gruñado		
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
		100.00%	296 min

TRABAJO PRODUCTIVO



Actividad (TNC) 21.98%			
Trabajo No Contributorio			
N°	Descripción	%	T (min)
E	Esperas	88.74%	134.00
O	Tiempo ocioso		
D	Descanso	2.65%	4.00
N	Necesidades Fisiologicas		
V	Viajes	7.95%	12.00
R	Trabajos rehechos		
Y	Otros Y	0.66%	1.00
Y1			
Y2			
Y3			
Y4			
Y5			
Y6			
Y7			
Y8			
		100.00%	151 min

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



7.4. ANEXO 4: GO TO GEMBA

Formato de go to gemba

LOGO	GO TO GEMBA	CH04
		VER. 03

PROYECTO:	CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO DEL EJERCITO
CLIENTE:	EJERCITO DEL PERÚ

No	Tipo de desperdicio	Desperdicio observado	Causa identificada	Plan de acción para mejorar	Responsable	Check
1	Transporte					
2	Inventario					
3	Movimientos					
4	Esperas					
5	Sobreproducción					
6	Sobreprocesamiento					
7	Trabajos rehechos					
8	Talento mal empleado					

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Resultados del Go to Gemba

LOGO	GO TO GEMBA	CH04
		VER. 03

PROYECTO:	CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO DEL EJERCITO
CLIENTE:	EJERCITO DEL PERÚ

N°	Tipo de desperdicio	Desperdicio observado	Causa identificada	Plan de acción para mejorar	Resp.	Check
1	Inventario	Presencia de alambre y tacos en el cerco perimétrico, lo cual provoca que la instalación de cerco perimétrico prefabricado tenga un bajo rendimiento (frente 1)	No se retiró en su momento, trabajo inconcluso por parte de los carpinteros.	Indicar al maestro que designe a una pareja de trabajadores que se dediquen a retirar todos los tacos dejados por un día.	Uriel Charaja	
2	Movimientos	Los trabajadores del frente 1 en el cerco perimétrico caminan aproximadamente 600 m para ir al baño del frente 2, esto representa horas hombre improductivas dedicadas a viajes.	El avance del cerco perimétrico, debido a que es una obra lineal ha dejado atrás los baños químicos y solo se tiene un baño químico para ambos frentes.	Colocar un baño químico para cada frente a fin de evitar los excesivos desplazamientos.	Maestro Walter	
3	Sobre-procesamiento	Se está "tarrajeando" el filo de los sobrecimientos del cerco perimétrico cuando en las partidas no se paga esa actividad y tampoco está indicado en los planos. Es un caso de exceso de calidad no solicitada.	Debido a la altura del encofrado, los filos se estropeaban al desencofrarse, por ello el maestro indico a una cuadrilla de albañiles que mejore el acabado de los sobrecimientos.	Solo se dará un acabado rápido tipo solaqueo después del desencofrado del sobrecimiento y se tratará de utilizar fenólico nuevo para evitar desperfectos.	Maestro Quico	



4	Esperas	Se tiene personal de acero esperando debido a que se está picando el concreto seco en los fierros que queda después de los vaciados del día anterior.	Ocurre porque al momento de realizar el vaciado de un elemento el concreto salpica a toda la zona aledaña producto de la fuerza con la que la bomba lo expulsa.	Se limpiará con un trapo húmedo una hora después del vaciado, a fin de que o se endurezca y sea más difícil limpiarlo al día siguiente.	Maestro Quico	
5	Re-trabajos	La llegada de prefabricado en malas condiciones de calidad, como deformaciones y pandeos va a generar re-trabajos debido a que hay que aplomar los elementos que componen al cerco perimétrico.	No hay un buen control de calidad en la planta de fabricación, ni un buen control de parte del staff en la recepción de cercos prefabricados.	Se generará una no conformidad para el proveedor, a fin de que corrija la situación; y se dará la indicación al responsable de almacén de no recepción ningún cerco prefabricado que no tenga el visto bueno del área de calidad.	Fredy Moya	
6	Esperas	Los prefabricados del cerco perimétrico del proveedor 2 están viniendo en un solo sentido, deben llegar en ambos sentidos para poder colocarlos.	La planta de fabricación no está empacando de forma correcta los despachos de cerco, por parte del staff tampoco hubo una solicitud explícita de esta forma de despacho porque la consideró obvia.	Se enviará un comunicado al responsable de la plana de fabricación a fin de hacerle entender el procedimiento constructivo del cerco y de que despache los cercos prefabricados según y en las características que el staff requiere.	Fredy Moya	
7	Re-trabajos	Se está dejando zonas de zanja sin excavar. En estas zonas se está colocando el tubo al lado a la espera de poder colocarlo cuando la restricción en la zanja este liberada.	Las zonas que se están dejando sin excavación son terreno calichoso, que es un terreno muy duro y la excavadora no la puede trabajar.	Se enviará un rotomartillo y un grupo electrógeno para tratar las zonas con caliche.	Jhonatan Loaiza	
8	Inventario	Falta ejecutar la tubería de media tensión en la entrada del proyecto.	El maestro de obra en su momento descuido ese frente, y ahora no lo puede excavar porque impediría el ingreso de vehículos al proyecto.	Se excavará esa zanja en el ingreso al proyecto en dos tramos, a fin de no posponer más la actividad y de no perjudicar el ingreso a la obra.	Jhonatan Loaiza	



9	Movimientos	Los trabajadores de los diferentes frentes viajan demasiado para ir a los servicios higiénicos.	No hay baños cercanos, solo un centralizado cerca a los dormitorios.	Se distribuirán y traerán más baños químicos en los diferentes frentes.	Jhonatan Loaiza	
10	Movimientos	Los maestros y los ingenieros caminan kilómetros para poder revisar el trabajo en los diferentes frentes, lo cual les hace perder horas valiosas del día.	Los frentes están lejos y no hay una movilidad que permita cubrir las necesidades de movilización de todos los ingenieros.	Se utilizará el camioncito de materiales para movilizar a los ingenieros cuando este esté desocupado, a su vez se les dará radios de largo alcance a fin de poder comunicarse con los frentes que no tengan señal telefónica.	Jhonatan Loaiza	
11	Esperas	Se tiene personal parado debido a que la excavadora se desplazó a otro lugar a recoger la cuchara que habían reparado.	No se tenía un equipo adecuado para movilizar la cuchara de la excavadora.	Se le dará actividades contributivas a los trabajadores hasta que la excavadora regrese con la nueva cuchara instalada.	Jhonatan Loaiza	
12	Talento mal empleado	Se observa en campo a dos personas sujetando y movilizand a la zaranda, a parte del operador del bobcat. Uno de estos dos trabajadores está parado cada vez que no está movilizand la zaranda.	El proceso de zarandeo no es el adecuado, debería estar solo el operador del bobcat con su asistente.	Se armará una zaranda móvil a fin de que el bobcat pueda ayudar a desplazar la zaranda, esto con el objetivo de disminuir un trabajador y reasignarlo a otro frente.	Uriel Charaja	
13	Talento mal empleado	Se observa a cuatro personas que no tienen un frente ni trabajo definido, sino que están "apoyando" a todas las actividades cuando se necesita.	Existencia de un incorrecto dimensionamiento de cuadrillas, lo que produce esperas en algunos trabajadores.	Se reorganizará a las cuadrillas de acuerdo al nuevo dimensionamiento y de acuerdo a las nuevas partidas que se empezarán a ejecutar.	Jhonatan Loaiza	



14	Esperas	Las cuadrillas de colocación de cama de arena han alcanzado a las cuadrillas de topografía. La cuadrilla de topografía tiene solo dos miras mientras que los de cama son tres cuadrillas (12 personas). Esto produce esperas en los trabajadores.	Esto se debe a que las cuadrillas de cama de arena son más que las de topografía y avanzan a un ritmo mayor de metros lineales por día. Hay un incorrecto dimensionamiento de cuadrillas.	Se realizará un nuevo dimensionamiento de cuadrillas, y se hará ingresar un poco más temprano a las cuadrillas de topografía a fin de adelantarse en los trabajos.	Jhonatan Loaiza	
15	Esperas	Se tiene cuatro excavadoras paradas debido a que la zona se ha inundado por la rotura de una tubería matriz de agua.	Se desconocía la existencia de un tubo de agua en la zona, por lo cual no se tubo cuidado en la excavación y finalmente se rompió.	Se reparará la tubería rota y principalmente se enviará personal a buscar en los próximos tramos tubería de redes de agua y desagüe.	Jhonatan Loaiza	
16	Sobre-producción	Las cuadrillas de cama de arena y las cuadrillas de colocación de tubería han alcanzado a la excavación de zanja, por lo cual se encuentran en espera y preparando sus materiales para continuar con sus trabajos.	El ritmo de avance lineal de la excavación es menor al avance lineal de los rellenos y del entubado. Se evidencia así un mal dimensionamiento de cuadrillas y una incorrecta sectorización.	Se reprogramará en tren de actividades la actividad y se hará un nuevo dimensionamiento de cuadrillas.	Uriel Charaja	
17	Talento mal empleado	Se observa a un obrero picando el caliche a mano y con un cincel, lo cual hace que en toda su jornada avance un ínfimo metrado de excavación.	No se está utilizando el equipo adecuado para el trabajo, lo que provoca un desperdicio de valiosas horas hombre.	Se enviará un rotomartillo y el grupo electrógeno para aumentar la productividad de ese trabajo.	Uriel Charaja	
18	Talento mal empleado	El personal se queja que no tiene agua para realizar sus labores.}	Una cisterna esta malograda, por ello no se pudo abastecer al frente 2 de la línea de conducción.	Se llamará a los operarios de la cisterna de agua para el momento y luego se programará un viaje diario que distribuya el agua en los diferentes frentes de trabajo, luego que acompañe a la excavación para mitigar la polución.	Luis Alcocer	



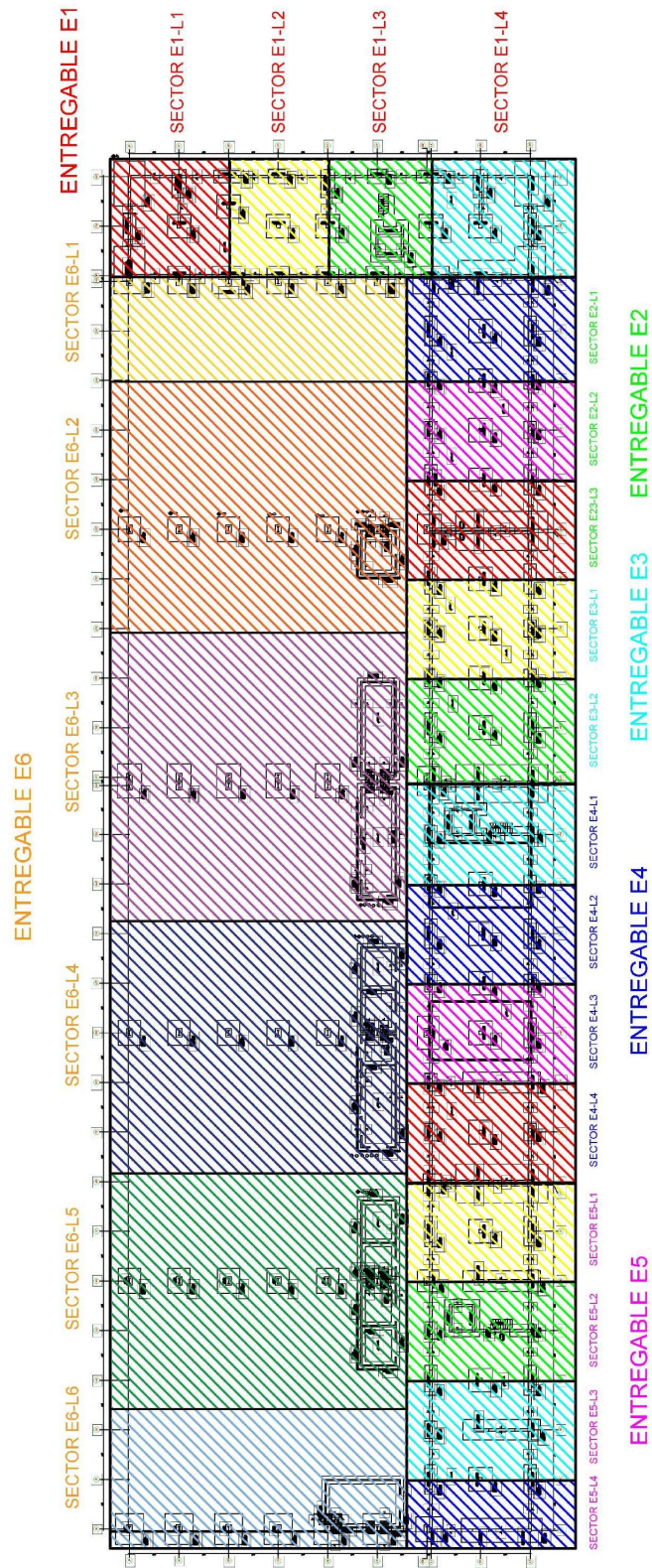
19	Talento mal empleado	El mini cargador está echando tierra que se vuela encima de doce trabajadores que están colocando la cama de arena en sector aledaño.	Las dos actividades en secuencia están trabajando en sectores muy cercanos.	Se aumentará el desfase que hay entre estas dos actividades a fin de que los rellenos se hagan antes de que el personal de piso llegue a esta zona de trabajo.	Maestro Pedro	
20	Talento mal empleado	El personal obrero tiene papel higiénico en la nariz en vez de mascarilla	Quieren proteger su nariz del sol y de la polución.	Se le explicará al personal el uso correcto del EPP según el tipo de trabajo, y se asegurará que tengan todos los EPP pertinentes.	Victor Sánchez	

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



7.5. ANEXO 5: SECTORIZACIÓN

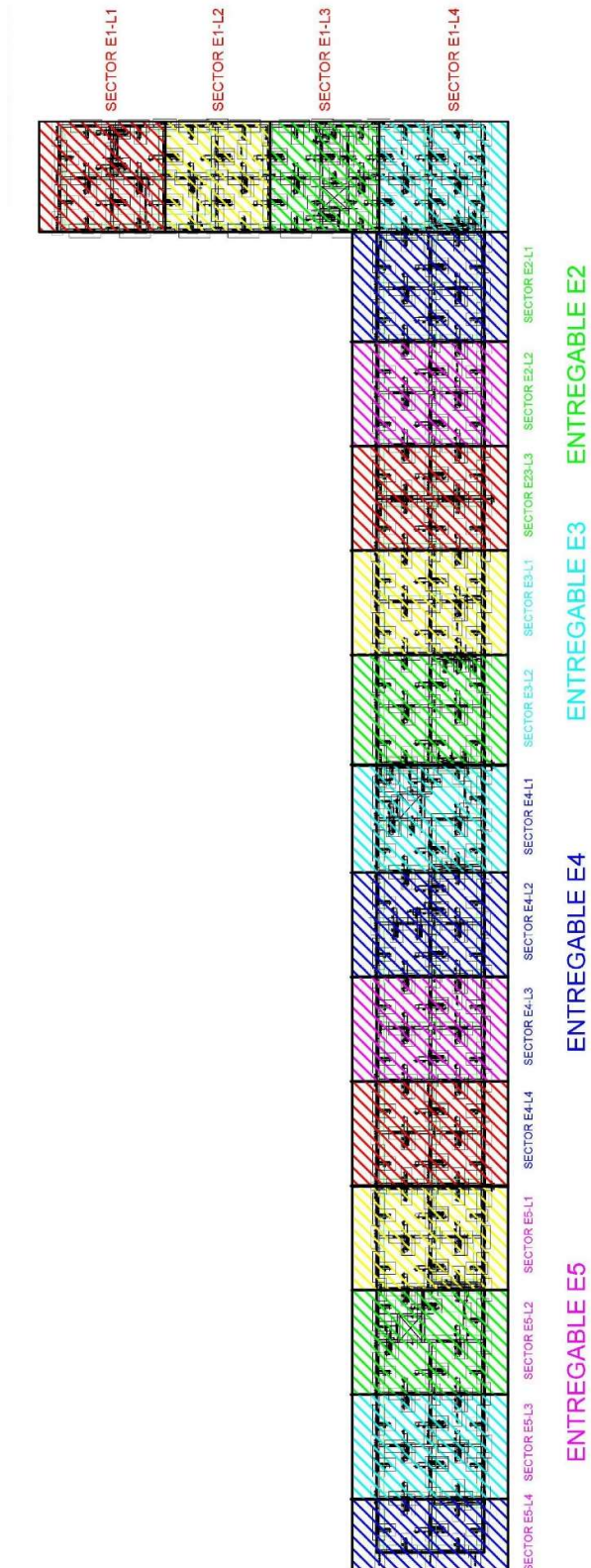
Sectorización de Hangar Ruso – primer piso



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



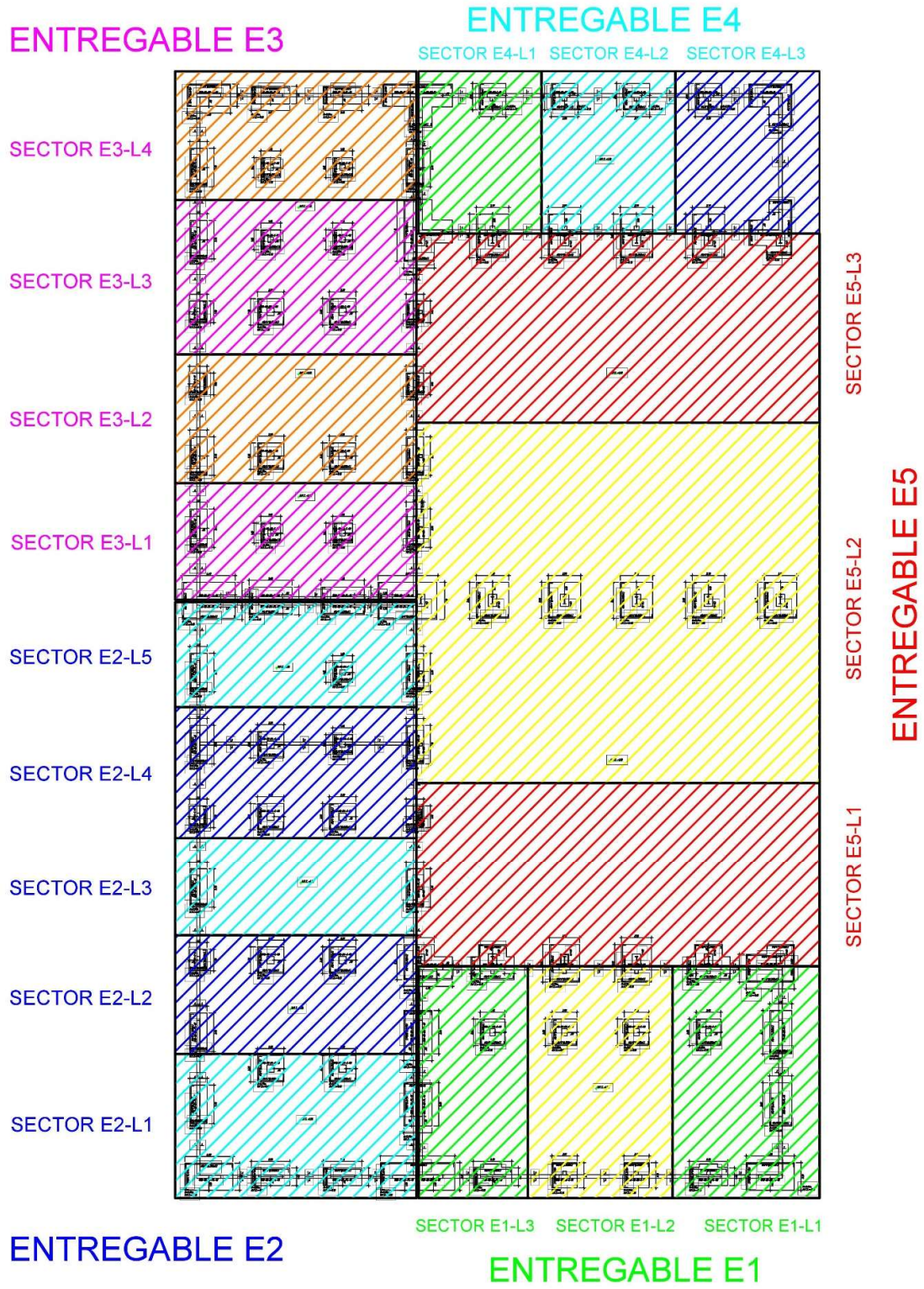
Sectorización de Hangar Ruso – segundo piso



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



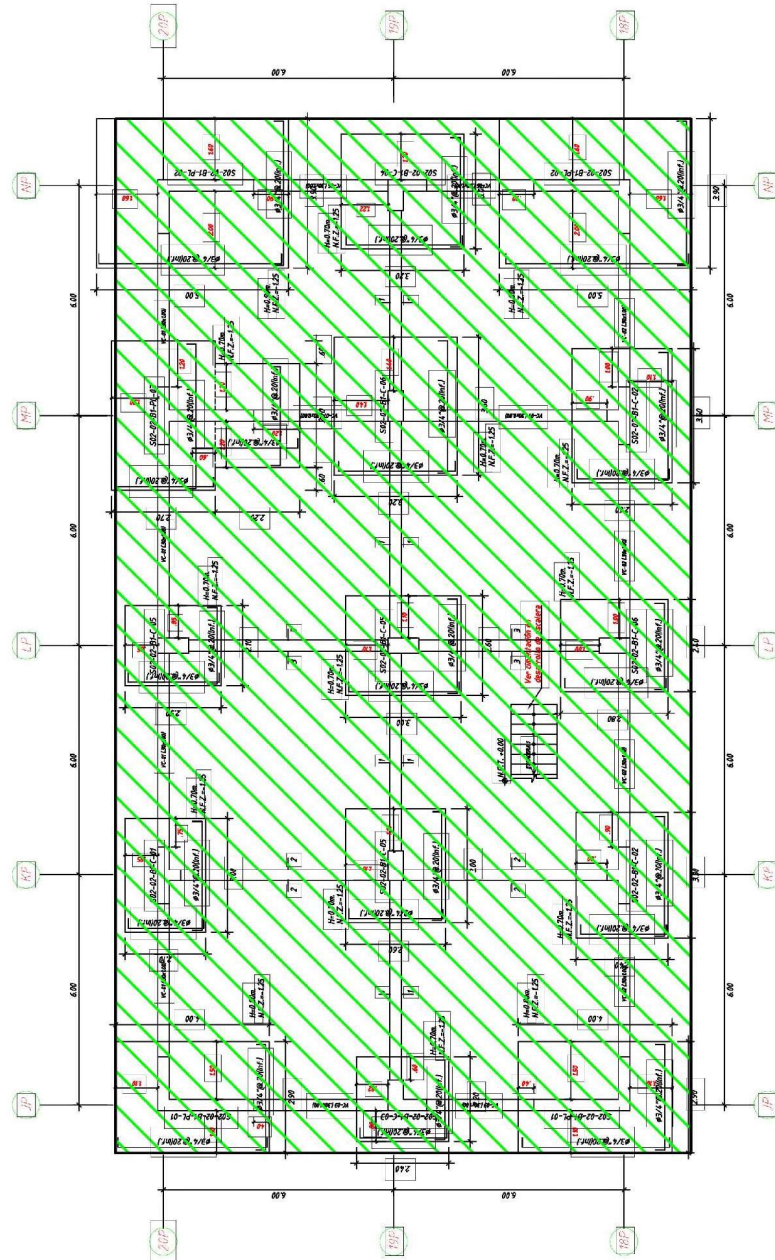
Sectorización del Hangar Peruano



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Sectorización de Torre de Control

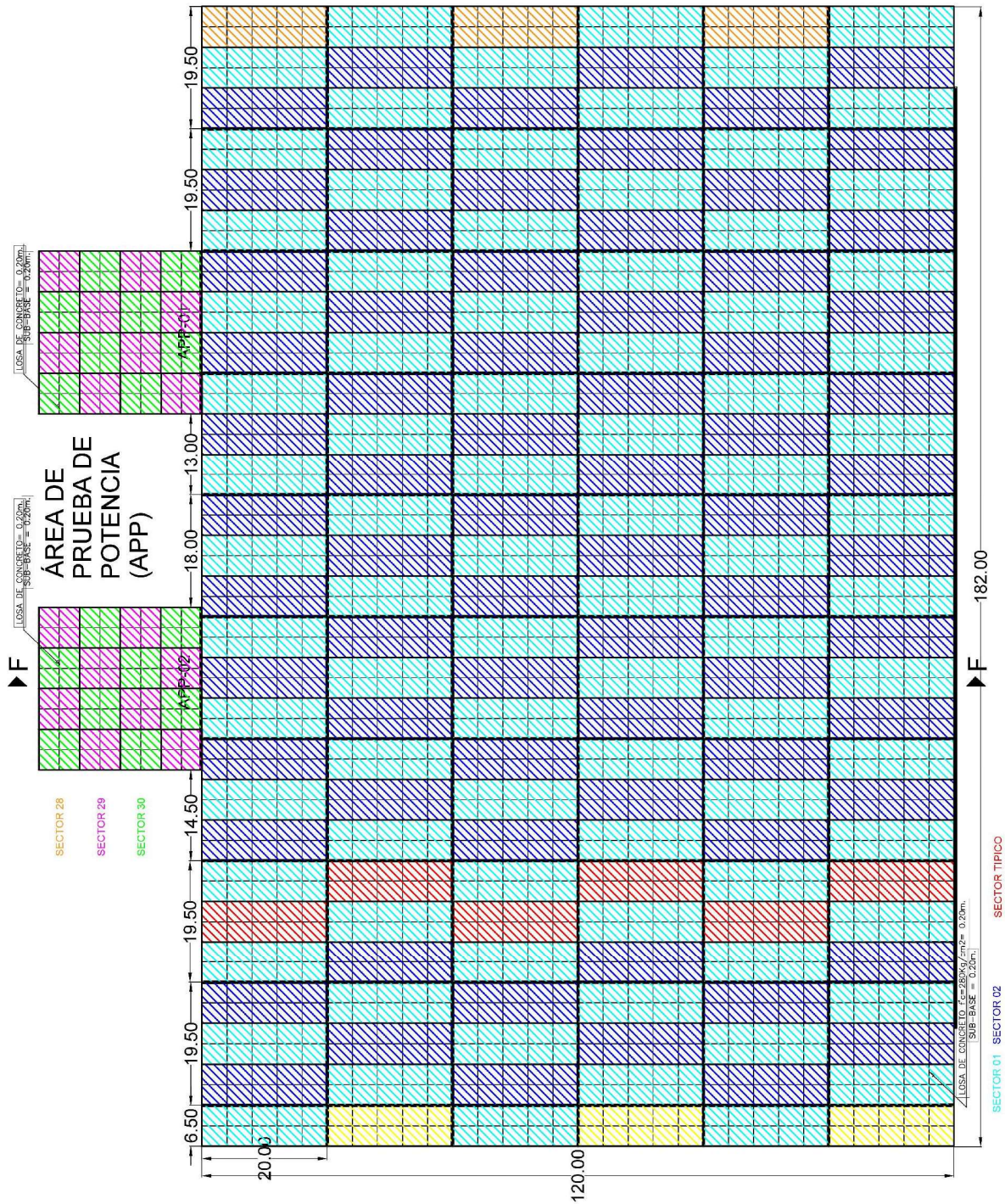


SECTOR ÚNICO

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Sectorización del Patio de Maniobras



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

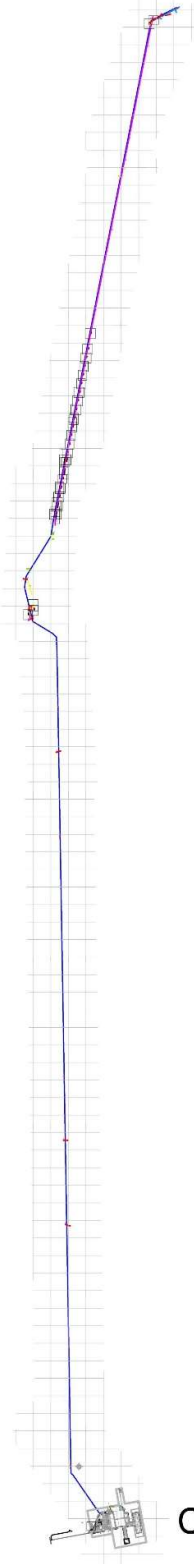
The drawing illustrates the perimeter fence system. The plan view at the top shows a rectangular area with dimensions 1250 m by 1000 m, divided into four quadrants labeled FRENTE 01 (green), FRENTE 02 (cyan), FRENTE 03 (red), and FRENTE 04 (orange). A central building footprint is shown within this area. Below the plan view, a vertical section labeled 'SECTOR TÍPICO' (Typical Sector) shows the fence structure. It consists of 188 prefabricated elements, each 75 cm high, supported by a base. The section also shows the internal structure of the fence, including the posts and the mesh.

186

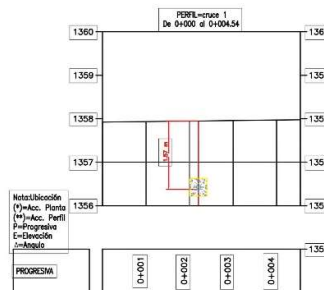


Sectorización de la Línea de Conducción

CAPTACIÓN



SECTOR TÍPICO



DOS FRENTES EN PARALELO

SECTOR POR FRENTE DE 300 ml

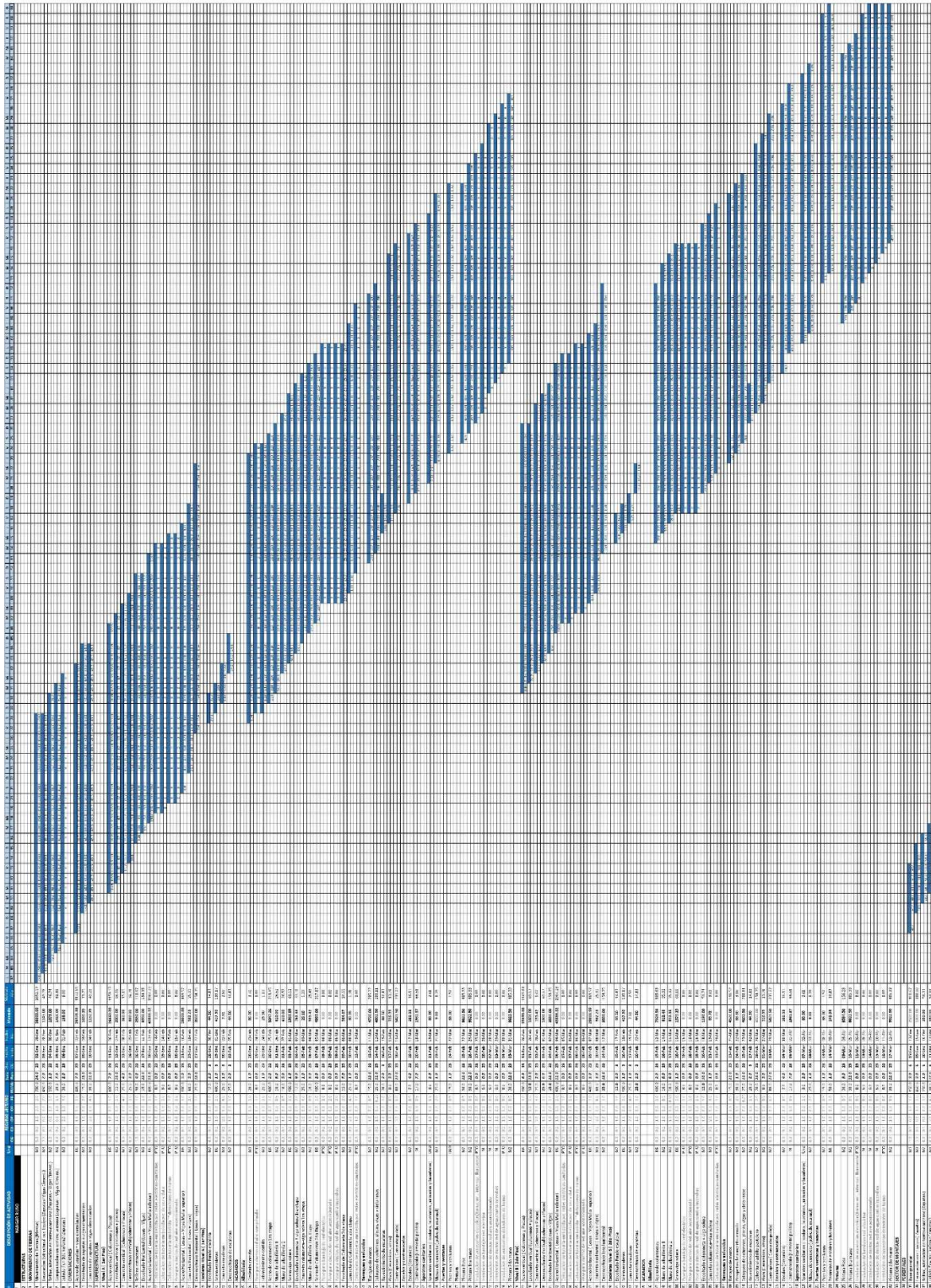
CEMAE

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



7.6. ANEXO 6: PLANIFICACIÓN

Plan maestro de obra



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Plan maestro de obra

N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Und	RECURSO UNITARIO						Total Pers	Días Dij	Fecha Inicio	Fecha Fin	Metrado	Metrado /día
			OE	CA	OP	OF	PE	RU/día						
1	HANGAR RUSO													
2	ESTRUCTURAS													
3	MOVIMIENTO DE TIERRAS													
4	Movimiento de Tierras (Masivo)	M3	5.0	0.1	1.0	2.0	2.0	700.0	24.0	23	02-Ene	28-Ene	38000.00	1652.17
5	Excavacion Estructural con Equipo (Zapatas+Vigas Ciment.)	M3	7.0	0.1	0.0	2.0	2.0	450.0	2.0	23	03-Ene	28-Ene	1145.00	49.78
6	Refine, nivelacion en terreno arenoso (Zapatas + Vigas Ciment.)	M2	0.0	0.1	0.0	0.0	1.0	150.0	1.0	23	04-Ene	30-Ene	1075.00	46.74
7	Compactacion en terreno arenoso (zapatas + Vigas Ciment.)	M2	0.0	0.1	0.0	1.0	1.0	20.0	7.0	23	05-Ene	31-Ene	1410.00	61.30
8	Solado f'c= 100 kg/cm2 (Zapatas)	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	30.0	2.0	23	06-Ene	01-Feb	138.00	6.00
9	CIMENTACIONES													
10	Acero de zapatas + viga cimentacion	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	7.0	23	07-Ene	02-Feb	26971.88	1172.69
11	Encofrado de zapatas + vigas cimentacion	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	2.0	15.0	15.0	23	09-Ene	04-Feb	1650.29	71.75
12	Concreto de zapatas + vigas cimentacion	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	30.0	11.0	23	10-Ene	04-Feb	1132.75	49.25
13	SUPERESTRUCTURA													
14	Nivel A (1er Piso)													
15	Acero vertical (Columnas y Placas)	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	7.0	23	11-Ene	06-Feb	26660.00	1159.13
16	Encofrado vertical (columnas + placas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	12.0	16.0	23	12-Ene	07-Feb	2000.00	86.96
17	Concreto vertical (Columnas y Placas)	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	25.0	4.0	23	13-Ene	08-Feb	360.00	15.65
18	Desencofrado Vertical (columnas y Placas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	3.0	23	14-Ene	09-Feb	800.00	34.78
19	Relleno estructural	M3	1.0	0.1	1.0	0.0	1.0	90.0	4.0	23	16-Ene	11-Feb	2550.00	110.87
20	Encofrado Horizontal (Losas + Vigas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	15.0	22.0	23	17-Ene	11-Feb	3550.00	154.35
21	Acero Horizontal (Losas + Vigas Malla inferior)	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	11.0	23	18-Ene	13-Feb	43866.22	1907.23
22	Colocacion de tuberia embebida pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	23	19-Ene	14-Feb	0.00	0.00
23	Colocacion de tuberia embebida pvc de voz y data	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	23	19-Ene	14-Feb	0.00	0.00
24	Colocacion de tuberia embebida "" detectores de humo	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	23	20-Ene	15-Feb	0.00	0.00
25	Pase para ductos de red aire acondicionado	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	23	20-Ene	15-Feb	0.00	0.00
26	Acero Horizontal (Losas + Vigas Malla superior)	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	5.0	23	21-Ene	16-Feb	20000.00	869.57
27	Concreto Horizontal (Losas + vigas)	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	60.0	3.0	23	23-Ene	18-Feb	582.23	25.31
28	Desencofrado Horizontal (Losas + vigas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	13.0	23	27-Ene	22-Feb	3550.00	154.35
29	Escaleras Nivel A (1er Piso)													
30	Encofrado Fondo escalera	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	12.0	3.0	3	28-Ene	30-Ene	44.50	14.83
31	Acero escaleras	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	1.0	3	29-Ene	31-Ene	417.50	139.17
32	Concreto escaleras	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	25.0	1.0	3	30-Ene	02-Feb	7.51	2.50
33	Desencofrado de escaleras	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	2.0	3	02-Feb	05-Feb	44.50	14.83
34	ACABADOS													
35	Albañileria													
36	Cimiento corrido	M3	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	20.0	1.0	23	28-Ene	23-Feb	86.00	3.74
37	Pase para ductos red aire comprimido	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	23	29-Ene	24-Feb	0.00	0.00
38	Sobrecimiento corrido	M3	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	1.0	23	29-Ene	24-Feb	25.90	1.13
39	Acero de columnetas 1ra etapa	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	2.0	23	30-Ene	25-Feb	5047.26	219.45
40	Muro de albañileria 1	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	10.0	5.0	23	31-Ene	26-Feb	610.00	26.52
41	Muro de albañileria 2	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	10.0	5.0	23	02-Feb	27-Feb	610.00	26.52
42	Acero viga solera	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	1.0	23	03-Feb	01-Mar	1566.85	68.12
43	Encofrado columneta + viga solera 1ra etapa	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	2.0	12.0	9.0	23	04-Feb	02-Mar	761.38	33.10
44	Concreto columneta+viga solera 1ra etapa	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	25.0	1.0	23	05-Feb	03-Mar	28.18	1.23
45	Muro de albañileria 3ra. Etapa	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	10.0	5.0	23	06-Feb	04-Mar	585.42	25.45
46	Acero de Columnetas 2da Etapa	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	2.0	23	07-Feb	05-Mar	4995.00	217.17
47	Pase para bandeja de red electrica	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	2.0	8.0	0.0	23	09-Feb	06-Mar	0.00	0.00
48	Pase para ductos de red aire acondicionado	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	2.0	8.0	0.0	23	09-Feb	06-Mar	0.00	0.00
49	Pase para ductos de red de agua contra incendios	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	2.0	8.0	0.0	23	09-Feb	06-Mar	0.00	0.00
50	Encofrado de Columneta 2da etapa	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	2.0	12.0	7.0	23	09-Feb	06-Mar	564.67	24.55
51	Concreto de Columneta 2da etapa	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	25.0	1.0	23	10-Feb	08-Mar	30.05	1.31
52	Colocacion de tuberia embebida pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	23	12-Feb	10-Mar	0.00	0.00
53	Revoques y enlucidos													
54	Tarrajeo de muros	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	15.0	22.0	23	13-Feb	11-Mar	4720.00	205.22
55	Solaqueo de columnas, placas, vigas y cielo rasos	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.25	25.0	11.0	23	14-Feb	12-Mar	4602.50	200.11
56	Revestimiento de escaleras	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	20.0	2.0	3	16-Feb	19-Feb	44.50	14.83
57	Pisos (Ceramicos, otros)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	8.0	3.0	23	17-Feb	15-Mar	316.99	13.78
58	Contrapisos (Concreto pulido)	M2	0.0	0.1	3.0	0.0	6.0	80.0	27.0	23	18-Feb	16-Mar	5421.50	235.72
59	Zocalos y contrazocalos													
60	Zocalos (Ceramico)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	7.0	4.0	23	19-Feb	17-Mar	388.93	16.91
61	Contrazocalo (Cemento pulido)	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	17.0	7.0	23	20-Feb	18-Mar	1521.37	66.58



61	Contrazocalo (Cemento pulido)	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	17.0	7.0	23	20-Feb	10-Mar	1531.37	66.58
62	Aparatos sanitarios													
63	Aparatos sanitarios (Inodoro, lavatorios , urinarios y lavaderos)	UND	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	3.0	2.0	23	21-Feb	19-Mar	60.00	2.61
64	Mesas de concreto (polvo de marmol)	M3	0.0	0.1	1.0	0.0	2.0	25.0	1.0	23	23-Feb	21-Mar	9.00	0.39
65	Puertas y ventanas													
66	Puertas y ventanas	UND	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	15.0	1.0	23	24-Feb	22-Mar	36.00	1.57
67	Pintura													
68	Pintura Base	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	30.0	22.0	23	25-Feb	22-Mar	9322.50	405.33
69	Pintura 1ra mano	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	30.0	22.0	23	26-Feb	24-Mar	9322.50	405.33
70	Instalacion de accesorios electricos(tomacor., interrup. florescentes)	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	23	27-Feb	25-Mar	0.00	0.00
71	Instalacion de bandejas red electrica	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	6.0	0.0	23	28-Feb	26-Mar	0.00	0.00
72	Instalacion de ductos red aire acondicionado	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	6.0	0.0	23	02-Mar	28-Mar	0.00	0.00
73	Instalacion de ductos red de agua contra incendios	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	6.0	0.0	23	03-Mar	29-Mar	0.00	0.00
74	Instalacion de accesorios detectores de humo	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	23	04-Mar	30-Mar	0.00	0.00
75	Pintura 2da mano	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	30.0	22.0	23	05-Mar	31-Mar	9322.50	405.33
76	Nivel B (2do Piso)													
77	Acero vertical (Columnas y Placas)	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	6.0	23	31-Ene	26-Feb	25370.00	1103.04
78	Encofrado vertical (columnas + placas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	12.0	13.0	23	01-Feb	26-Feb	1600.00	69.57
79	Concreto vertical (Columnas y Placas)	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	25.0	2.0	23	02-Feb	28-Feb	153.42	6.67
80	Desencofrado Vertical (columnas y Placas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	6.0	23	03-Feb	01-Mar	1600.00	69.57
81	Encofrado Horizontal (Losas + Vigas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	15.0	22.0	23	04-Feb	02-Mar	3550.00	154.35
82	Acero Horizontal (Losas + Vigas Malla inferior)	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	11.0	23	06-Feb	04-Mar	43866.22	1907.23
83	Colocacion de tuberia embebida pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	23	07-Feb	05-Mar	0.00	0.00
84	Colocacion de tuberia embebida pvc de voz y data	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	23	07-Feb	05-Mar	0.00	0.00
85	Colocacion de tuberia embebida "" detectores de humo	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	23	08-Feb	06-Mar	0.00	0.00
86	Pase para ductos de red aire acondicionado	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	23	08-Feb	06-Mar	0.00	0.00
87	Acero Horizontal (Losas + Vigas Malla superior)	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	5.0	23	09-Feb	07-Mar	20000.00	869.57
88	Concreto Horizontal (Losas + vigas)	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	60.0	3.0	23	10-Feb	08-Mar	582.23	25.31
89	Desencofrado losa horizontal	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	13.0	23	14-Feb	12-Mar	3550.00	154.35
90	Escaleras Nivel B (2do Piso)													
91	Encofrado Fondo escalera	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	12.0	3.0	3	15-Feb	17-Feb	44.50	14.83
92	Acero escaleras	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	1.0	3	16-Feb	18-Feb	417.50	139.17
93	Concreto escaleras	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	25.0	1.0	3	17-Feb	19-Feb	7.51	2.50
94	Desencofrado de escaleras	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	2.0	3	20-Feb	22-Feb	44.50	14.83
95	ACABADOS													
96	Albañileria													
97	Acero de columnetas	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	2.0	23	15-Feb	12-Mar	7029.58	305.63
98	Muro de albañileria 1	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	10.0	6.0	23	16-Feb	14-Mar	812.46	35.32
99	Muro de albañileria 2	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.50	10.0	6.0	23	17-Feb	15-Mar	812.46	35.32
100	Acero viga solera	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	1.0	23	18-Feb	16-Mar	1579.19	68.66
101	Pase para bandeja de red electrica	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	23	18-Feb	16-Mar	0.00	0.00
102	Pase para ductos de red aire acondicionado	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	23	18-Feb	16-Mar	0.00	0.00
103	Pase para ductos de red de agua contra incendios	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	23	18-Feb	16-Mar	0.00	0.00
104	Encofrado columneta + viga solera	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	12.0	10.0	23	20-Feb	18-Mar	1190.00	51.74
105	Concreto columneta+viga solera	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	25.0	1.0	23	21-Feb	19-Mar	69.72	3.03
106	Colocacion de tuberia embebida pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	23	22-Feb	20-Mar	0.00	0.00
107	Revoques y enlucidos													
108	Tarrajeo de muros	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	15.0	21.0	23	23-Feb	21-Mar	4520.00	196.52
109	Parapetos de concreto armado	M3	0.0	0.1	1.0	0.0	2.0	30.0	1.0	23	24-Feb	22-Mar	88.80	3.86
110	Solaqueo de columnas, placas, vigas y cielo rasos	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.25	25.0	11.0	23	25-Feb	23-Mar	4602.50	200.11
111	Revestimiento de escaleras	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	20.0	2.0	3	27-Feb	02-Mar	44.50	14.83
112	Cobertura ladrillo pastelero	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	2.0	20.0	24.0	23	28-Feb	26-Mar	3550.00	154.35
113	Pisos (Ceramicos, otros)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	8.0	3.0	23	01-Mar	27-Mar	316.99	13.78
114	Contrapisos (Concreto pulido)	M2	0.0	0.1	3.0	0.0	6.0	80.0	27.0	23	03-Mar	29-Mar	5421.50	235.72
115	Zocalos y contrazocalos													
116	Zocalos (Ceramico)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	7.0	4.0	23	04-Mar	30-Mar	388.93	16.91
117	Contrazocalo (Cemento pulido)	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	17.0	7.0	23	06-Mar	01-Abr	1531.37	66.58
118	Aparatos sanitarios													
119	Aparatos sanitarios (Inodoro, lavatorios , urinarios y lavaderos)	Und	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	3.0	2.0	23	07-Mar	02-Abr	60.00	2.61
120	Mesas de concreto (polvo de marmol)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	2.0	25.0	1.0	23	08-Mar	03-Abr	9.00	0.39
121	Puertas ventanas y barandas													
122	Puertas y ventanas	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	15.0	1.0	23	13-Mar	08-Abr	36.00	1.57
123	Barandas de escalera y balcones	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	50.0	1.0	23	14-Mar	09-Abr	249.04	10.87

191



185	Solado f'c= 100 kg/cm2 (Zapatas)	M3	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	8.0	3	30-Ene	01-Feb	4500.00	1500.00
186	Acero de zapatas	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	8.0	3	30-Ene	01-Feb	4500.00	1500.00
187	Encofrado de Zapata	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	15.0	12.0	3	31-Ene	02-Feb	250.00	83.33
188	Concreto de zapatas	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	30.0	9.0	3	01-Feb	04-Feb	130.00	43.33
189	Acero vertical muros	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	10.0	3	01-Feb	05-Feb	5500.00	1833.33
190	Encofrado vertical muros	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	12.0	13.0	3	03-Feb	06-Feb	220.00	73.33
191	Concreto vertical muros	M3	0.0	0.1	1.0	0.0	2.0	30.0	7.0	3	04-Feb	06-Feb	180.00	60.00
192	Desencofrado vertical muros	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	7.0	3	06-Feb	08-Feb	220.00	73.33
193	Relleno estructural	M3	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	450.0	3.0	3	07-Feb	09-Feb	1800.00	600.00
194	HANGAR PERUANO													
195	ESTRUCTURAS													
196	MOVIMIENTO DE TIERRAS													
197	Movimiento de tierras (masivo)	M3	5.0	0.1	1.0	2.0	2.0	700.0	10.0	18	10-Feb	02-Mar	12400.00	688.89
198	Excavación con equipo (zapatas)	M3	7.0	0.1	0.0	2.0	2.0	450.0	1.0	18	11-Feb	03-Mar	530.00	29.44
199	Refine, perfilado manual	M2	0.0	0.1	0.0	0.0	1.0	150.0	2.0	18	13-Feb	05-Mar	4245.00	235.83
200	Compactación p/solado c/equi.liv.	M2	0.0	0.1	0.0	1.0	1.0	20.0	9.0	18	14-Feb	06-Mar	1410.00	78.33
201	Solado f'c= 100 kg/cm2 (Zapatas)	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	30.0	1.0	18	15-Feb	07-Mar	37.00	2.06
202	CIMENTACIONES													
203	Acero p/zapatas + viga de cimentacion	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	8.0	18	16-Feb	08-Mar	24510.00	1361.67
204	Encofrado p/zapatas + viga de cimentacion	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	2.0	15.0	5.0	18	17-Feb	09-Mar	350.00	19.44
205	Concreto p/zapatas 280kg/cm2 + vigas de cimentacion	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	30.0	4.0	18	18-Feb	10-Mar	351.00	19.50
206	SUPER ESTRUCTURA													
207	Acero p/Columnas Y Placas NIVEL A	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	8.0	18	20-Feb	12-Mar	25500.00	1416.67
208	Encofrado vertical (columnas + placas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	12.0	18.0	18	21-Feb	13-Mar	1800.00	100.00
209	Concreto vertical (Columnas y Placas)	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	25.0	4.0	18	22-Feb	14-Mar	240.00	13.33
210	Desencofrado Vertical (columnas y Placas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	9.0	18	23-Feb	15-Mar	1800.00	100.00
211	Relleno estructural	M3	7.0	0.1	0.0	2.0	2.0	450.0	1.0	18	24-Feb	16-Mar	415.00	23.06
212	Encofrado Horizontal (Losas + Vigas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	15.0	29.0	18	25-Feb	17-Mar	3650.00	202.78
213	Acero Horizontal (Losas + Vigas Malla inferior)	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	9.0	18	27-Feb	19-Mar	29000.00	1611.11
214	Colocacion de tubería embebida pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	18	28-Feb	21-Mar	0.00	0.00
215	Colocacion de tubería embebida pvc de voz y data	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	18	28-Feb	21-Mar	0.00	0.00
216	Colocacion de tubería embebida "" detectores de humo	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	18	01-Mar	22-Mar	0.00	0.00
217	Pase para ductos de red aire acondicionado	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	18	01-Mar	22-Mar	0.00	0.00
218	Acero Horizontal (Losas + Vigas Malla superior)	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	9.0	18	02-Mar	22-Mar	29000.00	1611.11
219	Concreto Horizontal (Losas + vigas)	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	60.0	4.0	18	03-Mar	23-Mar	555.00	30.83
220	Desencofrado Horizontal (Losas + vigas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	18.0	18	07-Mar	27-Mar	3650.00	202.78
221	ACABADOS													
222	Albañilería													
223	Cimiento corrido	M3	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	20.0	1.0	18	08-Mar	28-Mar	95.00	5.28
224	Pase para ductos red aire comprimido	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	18	08-Mar	29-Mar	0.00	0.00
225	Sobrecimiento corrido	M3	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	1.0	18	09-Mar	29-Mar	25.00	1.39
226	Acero de Columnetas	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	2.0	18	10-Mar	30-Mar	5047.26	280.40
227	Muro de albañilería 1er. Etapa	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	10.0	5.0	18	11-Mar	31-Mar	500.00	27.78
228	Muro de albañilería 2da. Etapa	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	10.0	5.0	18	13-Mar	02-Abr	500.00	27.78
229	Acero de Viga Solera	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	1.0	18	14-Mar	03-Abr	1780.00	98.89
230	Encofrado de Columneta+Viga Solera	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	2.0	12.0	11.0	18	15-Mar	04-Abr	731.00	40.61
231	Concreto de Columneta+Viga Solera	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	25.0	1.0	18	16-Mar	05-Abr	38.00	2.11
232	Muro de albañilería 3ra. Etapa	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	10.0	9.0	18	17-Mar	06-Abr	1000.00	55.56
233	Pase para bandeja de red electrica	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	18	17-Mar	07-Abr	0.00	0.00
234	Pase para ductos de red aire acondicionado	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	18	17-Mar	07-Abr	0.00	0.00
235	Pase para ductos de red de agua contra incendios	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	18	17-Mar	07-Abr	0.00	0.00
236	Acero de Columnetas	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	2.0	18	18-Mar	07-Abr	4995.00	277.50
237	Encofrado de Columneta	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	2.0	12.0	5.0	18	20-Mar	09-Abr	290.00	16.11
238	Concreto de Columneta	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	25.0	1.0	18	21-Mar	10-Abr	25.00	1.39
239	Colocacion de tubería embebida pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	18	22-Mar	12-Abr	0.00	0.00
240	Revoques y enlucidos													
241	Tarrajeo de muros	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	15.0	15.0	18	23-Mar	12-Abr	2400.00	133.33
242	Solaqueo de columnas, placas, vigas y cielo rasos	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.3	25.0	8.0	18	24-Mar	13-Abr	2600.00	144.44
243	Pisos (Ceramicos, otros)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	8.0	14.0	18	25-Mar	14-Abr	1250.00	69.44
244	Contrapisos (Concreto pulido)	M2	0.0	0.1	3.0	0.0	6.0	80.0	5.0	18	27-Mar	16-Abr	750.00	41.67
245	Zocalos y contrazocalo													
246	Zocalos (Ceramico)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	7.0	5.0	18	28-Mar	17-Abr	370.00	20.56
247	Contrazocalo (cemento pulido)	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	17.0	4.0	18	29-Mar	18-Abr	600.00	33.33



247	Contrazocalo (cemento pulido)	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	3.0	3.0	18	23-Mar	10-Abr	100.00	5.56
248	Aparatos Sanitarios													
249	Aparatos sanitarios (Inodoro, lavatorios , urinarios y lavaderos)	Und	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	3.0	3.0	18	30-Mar	19-Abr	100.00	5.56
250	Mesas de concreto (polvo de marmol)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	8.0	2.0	18	31-Mar	20-Abr	100.00	5.56
251	Puertas y ventanas													
252	Puertas y ventanas	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	3.0	2.0	18	05-Abr	25-Abr	52.00	2.89
253	Pinturas													
254	Pintura Base	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	30.0	5.0	18	01-Abr	21-Abr	1602.00	89.00
255	Pintura 1ra mano	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	30.0	5.0	18	03-Abr	23-Abr	1602.00	89.00
256	Instalacion de accesorios electricos(tomacor., interrup. florescentes)	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	18	04-Abr	25-Abr	0.00	0.00
257	Instalacion de bandejas red electrica	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	6.0	0.0	18	05-Abr	26-Abr	0.00	0.00
258	Instalacion de ductos red aire acondicionado	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	6.0	0.0	18	06-Abr	27-Abr	0.00	0.00
259	Instalacion de ductos red de agua contra incendios	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	6.0	0.0	18	07-Abr	28-Abr	0.00	0.00
260	Instalacion de accesorios detectores de humo	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	18	08-Abr	29-Abr	0.00	0.00
261	Pintura 2da mano	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	30.0	5.0	18	10-Abr	30-Abr	1602.00	89.00
262	SECTOR DE MONTAJES													
263	PEDESTALES													
264	Base granular	M3	1.0	0.1	0.0	1.0	1.0	450.0	1.0	3	14-Ene	16-Ene	340.00	113.33
265	Excavacion con Equipo (Zapatas)	M3	1.0	0.1	0.0	1.0	1.0	450.0	1.0	3	16-Ene	18-Ene	300.00	100.00
266	Refine, nivelacion en terreno arenoso (Zapatas)	M2	0.0	0.1	0.0	0.0	1.0	150.0	1.0	3	17-Ene	19-Ene	100.00	33.33
267	Solado f'c= 100 kg/cm2 (Zapatas)	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	30.0	2.0	3	18-Ene	20-Ene	24.00	8.00
268	Acero de zapatas	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	4.0	3	19-Ene	22-Ene	2140.00	713.33
269	Encofrado de Zapata	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	15.0	8.0	3	20-Ene	23-Ene	156.00	52.00
270	Concreto de zapatas	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	30.0	8.0	3	21-Ene	23-Ene	116.00	38.67
271	Acero de pedestal	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	11.0	3	23-Ene	25-Ene	5950.00	1983.33
272	Encofrado de pedestal + pernos de anclaje	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	12.0	2.0	3	24-Ene	26-Ene	25.00	8.33
273	Concreto de pedestal	M3	0.0	0.1	1.0	0.0	2.0	10.0	12.0	3	25-Ene	28-Ene	111.00	37.00
274	Desencofrado de pedestal	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	1.0	3	26-Ene	29-Ene	25.00	8.33
275	Relleno estructural	M3	1.0	0.1	0.0	1.0	1.0	450.0	1.0	3	27-Ene	30-Ene	380.00	126.67
276	PAVIMENTO RIGIDO													
277	Encofrado de Pavimento Rígido	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	12.0	3.0	8	03-Abr	11-Abr	125.00	15.63
278	Instalacion de Dowells	KG	0.0	0.1	0.0	0.0	1.0	400.0	2.0	8	04-Abr	12-Abr	5130.00	641.25
279	Colocacion de tuberia pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	8	05-Abr	13-Abr	0.00	0.00
280	Colocacion de tuberia pvc para voz y data	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	8	05-Abr	13-Abr	0.00	0.00
281	Colocacion de tuberia cedula red aire comprimido	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	8	05-Abr	13-Abr	0.00	0.00
282	Colocacion de tuberia cedula red combustible (Kerosene)	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	8	05-Abr	13-Abr	0.00	0.00
283	Colocacion de tuberia cedula red para vapor	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	8	05-Abr	13-Abr	0.00	0.00
284	Concreto de Pavimento Rígido	M3	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	60.0	2.0	8	06-Abr	14-Abr	350.00	43.75
285	Desencofrado de Pavimento Rígido	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	2.0	8	07-Abr	15-Abr	125.00	15.63
286	Corte de juntas	ML	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	100.0	0.0	8	08-Abr	16-Abr	0.00	0.00
287	Sello de juntas	ML	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	100.0	0.0	8	22-Abr	30-Abr	0.00	0.00
288	TORRE DE CONTROL													
289	ESTRUCTURAS													
290	MOVIMIENTO DE TIERRAS													
291	Movimiento de Tierras (Masivo)	M3	5.0	0.1	1.0	2.0	2.0	700.0	9.0	2	24-Ene	25-Ene	1110.00	555.00
292	Excavacion Estructural con Equipo (Zapatas+Vigas Ciment.)	M3	7.0	0.1	0.0	2.0	2.0	450.0	3.0	2	25-Ene	26-Ene	225.00	112.50
293	Refine, nivelacion en terreno arenoso (Zapatas + Vigas Ciment.)	M2	0.0	0.1	0.0	0.0	1.0	150.0	3.0	2	26-Ene	27-Ene	605.00	302.50
294	Compactacion en terreno arenoso (zapatas + Vigas Ciment.)	M3	0.0	0.1	0.0	1.0	1.0	20.0	16.0	2	27-Ene	29-Ene	300.00	150.00
295	Solado f'c= 100 kg/cm2 (Zapatas)	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	30.0	2.0	2	28-Ene	30-Ene	16.00	8.00
296	CIMENTACIONES													
297	Acero de zapatas + viga cimentacion	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	12.0	4	30-Ene	02-Feb	8450.00	2112.50
298	Encofrado de zapatas + vigas cimentacion	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	2.0	15.0	8.0	4	31-Ene	03-Feb	150.00	37.50
299	Concreto de zapatas + vigas cimentacion	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	30.0	8.0	4	01-Feb	05-Feb	140.00	35.00
300	SUPERESTRUCTURA													
301	Nivel A (1er Piso)													
302	Acero vertical (Columnas y Placas)	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	16.0	4	07-Mar	11-Mar	11860.00	2965.00
303	Encofrado vertical (columnas + placas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	12.0	15.0	4	08-Mar	12-Mar	340.00	85.00
304	Concreto vertical (Columnas y Placas)	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	25.0	4.0	4	09-Mar	13-Mar	55.00	13.75
305	Desencofrado Vertical (columnas y Placas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	8.0	4	10-Mar	13-Mar	340.00	85.00
306	Relleno estructural	M3	1.0	0.1	1.0	0.0	1.0	90.0	1.0	4	11-Mar	14-Mar	100.00	25.00
307	Encofrado Horizontal (Losas + Vigas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	15.0	13.0	4	13-Mar	17-Mar	370.00	92.50
308	Acero Horizontal (Losas + Vigas)	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	9.0	4	14-Mar	18-Mar	6230.00	1557.50
309	Colocacion de tuberia embizada pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	4	15-Mar	19-Mar	0.00	0.00



309	Colocacion de tuberia embebida pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	4	15-Mar	19-Mar	0.00	0.00
310	Colocacion de tuberia embebida pvc de voz y data	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	4	15-Mar	19-Mar	0.00	0.00
311	Colocacion de tuberia embebida "" detectores de humo	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	4	15-Mar	19-Mar	0.00	0.00
312	Pase para ductos de red aire acondicionado	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	4	15-Mar	19-Mar	0.00	0.00
313	Concreto Horizontal (Losas + vigas)	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	60.0	2.0	4	16-Mar	20-Mar	70.00	17.50
314	Desencofrado Horizontal (Losas + vigas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	8.0	4	20-Mar	24-Mar	370.00	92.50
315	Escaleras Nivel A (1er Piso)													
316	Encofrado Fondo escalera	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	12.0	2.0	1	25-Mar	25-Mar	6.00	6.00
317	Acero escaleras	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	1.0	1	27-Mar	27-Mar	70.00	70.00
318	Concreto escaleras	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	25.0	2.0	1	28-Mar	28-Mar	7.00	7.00
319	Desencofrado de escaleras	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	1.0	1	01-Abr	01-Abr	6.00	6.00
320	ACABADOS													
321	Albañileria													
322	Cimiento corrido	M3	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	20.0	1.0	4	21-Mar	24-Mar	5.00	1.25
323	Sobrecimiento corrido	M3	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	1.0	4	22-Mar	25-Mar	5.00	1.25
324	Acero de columnetas	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	6.0	4	23-Mar	27-Mar	4270.00	1067.50
325	Muro de albañileria 1	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	10.0	8.0	4	24-Mar	28-Mar	200.00	50.00
326	Muro de albañileria 2	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	10.0	8.0	4	25-Mar	29-Mar	200.00	50.00
327	Acero viga solera	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	1.0	4	27-Mar	31-Mar	730.00	182.50
328	Encofrado columneta + viga solera	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	2.0	12.0	22.0	4	28-Mar	31-Mar	340.00	85.00
329	Concreto columneta+viga solera	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	25.0	2.0	4	29-Mar	01-Abr	20.00	5.00
330	Colocacion de tuberia embebida pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	4	30-Mar	03-Abr	0.00	0.00
331	Revoques y enlucidos													
332	Tarrajeo de muros	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	15.0	23.0	4	31-Mar	04-Abr	829.00	207.25
333	Solaqueo de columnas, placas, vigas y cielo rasos	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.3	25.0	13.0	4	01-Abr	05-Abr	920.00	230.00
334	Revestimiento de escaleras	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	20.0	5.0	1	03-Abr	04-Abr	45.00	45.00
335	Pisos (Ceramicos, otros)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	8.0	12.0	4	04-Abr	07-Abr	229.00	57.25
336	Contrapisos (Concreto pulido)	M2	0.0	0.1	3.0	0.0	6.0	80.0	10.0	4	05-Abr	08-Abr	335.00	83.75
337	Zocalos y contrazocalos													
338	Zocalos (Ceramico)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	7.0	2.0	4	06-Abr	10-Abr	21.00	5.25
339	Contrazocalo (Cemento pulido)	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	17.0	4.0	4	07-Abr	11-Abr	156.00	39.00
340	Aparatos sanitarios													
341	Aparatos sanitarios (Inodoro, lavatorios , urinarios y lavaderos)	Und	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	3.0	4.0	4	08-Abr	11-Abr	25.00	6.25
342	Puertas ventanas y barandas													
343	Puertas y ventanas	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	3.0	5.0	4	14-Abr	17-Abr	31.00	7.75
344	Pinturas													
345	Pintura Base	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	30.0	19.0	4	10-Abr	14-Abr	1410.00	352.50
346	Pintura 1ra mano	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	30.0	19.0	4	11-Abr	15-Abr	1410.00	352.50
347	Instalacion de accesorios electricos(tomacor., interrup. florescentes)	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	3.0	0.0	4	12-Abr	16-Abr	0.00	0.00
348	Instalacion de bandejas red electrica	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	6.0	0.0	4	13-Abr	17-Abr	0.00	0.00
349	Instalacion de ductos red aire acondicionado	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	6.0	0.0	4	14-Abr	18-Abr	0.00	0.00
350	Instalacion de ductos red de agua contra incendios	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	6.0	0.0	4	15-Abr	19-Abr	0.00	0.00
351	Instalacion de accesorios detectores de humo	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	4	17-Abr	21-Abr	0.00	0.00
352	Pintura 2da mano	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	30.0	19.0	4	18-Abr	22-Abr	1410.00	352.50
353	Nivel B (2do Piso)													
354	Acero vertical (Columnas y Placas)	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	9.0	4	20-Mar	23-Mar	6408.00	1602.00
355	Encofrado vertical (columnas + placas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	12.0	11.0	4	21-Mar	24-Mar	245.00	61.25
356	Concreto vertical (Columnas y Placas)	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	25.0	3.0	4	22-Mar	26-Mar	40.00	10.00
357	Desencofrado Vertical (columnas y Placas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	6.0	4	23-Mar	27-Mar	245.00	61.25
358	Encofrado Horizontal (Losas + Vigas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	15.0	14.0	4	24-Mar	28-Mar	375.00	93.75
359	Acero Horizontal (Losas + Vigas)	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	9.0	4	25-Mar	29-Mar	6160.00	1540.00
360	Colocacion de tuberia embebida pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	4	27-Mar	30-Mar	0.00	0.00
361	Colocacion de tuberia embebida pvc de voz y data	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	4	27-Mar	30-Mar	0.00	0.00
362	Colocacion de tuberia embebida "" detectores de humo	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	4	27-Mar	30-Mar	0.00	0.00
363	Pase para ductos de red aire acondicionado	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	4	27-Mar	30-Mar	0.00	0.00
364	Concreto Horizontal (Losas + vigas)	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	60.0	2.0	4	28-Mar	31-Mar	70.00	17.50
365	Desencofrado Horizontal (Losas + vigas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	8.0	4	29-Mar	01-Abr	375.00	93.75
366	Escaleras Nivel B (2do Piso)													
367	Encofrado Fondo escalera	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	12.0	2.0	1	03-Abr	03-Abr	9.00	9.00
368	Acero escaleras	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	1.0	1	04-Abr	04-Abr	140.00	140.00
369	Concreto escaleras	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	25.0	1.0	1	05-Abr	05-Abr	2.50	2.50
370	Desencofrado de escaleras	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	1.0	1	10-Abr	10-Abr	9.00	9.00
371	ACABADOS													

122	Dione (Ceramics ntrac)
-----	------------------------



432	Pisos (Cerámicos, otros)	M2	0.0	0.1	3.0	0.0	0.5	80.0	5.0	2	25-Abr	27-Abr	77.00	38.50
434	Contrapisos (Concreto pulido)	M2	0.0	0.1	3.0	0.0	0.5	80.0	5.0	2	25-Abr	27-Abr	77.00	38.50
435	Zocalos y contrazocalos													
436	Zocalos (Cerámico)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	7.0	2.0	2	26-Abr	27-Abr	12.00	6.00
437	Contrazocalo (Cemento pulido)	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	17.0	5.0	2	27-Abr	28-Abr	90.00	45.00
438	Aparatos sanitarios													
439	Aparatos sanitarios (Inodoro, lavatorios , urinarios y lavaderos)	Und	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	3.0	14.0	2	28-Abr	29-Abr	50.00	25.00
440	Puertas ventanas y barandas													
441	Puertas y ventanas	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	3.0	4.0	2	04-May	06-May	12.00	6.00
442	Pinturas													
443	Pintura Base	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	30.0	16.0	2	29-Abr	30-Abr	590.00	295.00
444	Pintura 1ra mano	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	30.0	16.0	2	01-May	02-May	590.00	295.00
445	Instalacion de accesorios electricos(tomacor., interrup. florescentes)	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	3.0	0.0	2	02-May	03-May	0.00	0.00
446	Instalacion de bandejas red electrica	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	6.0	0.0	2	03-May	04-May	0.00	0.00
447	Instalacion de ductos red aire acondicionado	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	6.0	0.0	2	04-May	05-May	0.00	0.00
448	Instalacion de ductos red de agua contra incendios	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	6.0	0.0	2	05-May	06-May	0.00	0.00
449	Instalacion de accesorios detectores de humo	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	2	06-May	07-May	0.00	0.00
450	Pintura 2da mano	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	30.0	16.0	2	08-May	09-May	590.00	295.00
451	Nivel D (4to Piso)													
452	Acero vertical (Columnas y Placas)	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	3.0	1	07-Abr	07-Abr	490.00	490.00
453	Encofrado vertical (columnas + placas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	12.0	3.0	1	08-Abr	08-Abr	16.00	16.00
454	Concreto vertical (Columnas y Placas)	M3	0.0	0.1	1.0	0.0	4.0	25.0	1.0	1	10-Abr	11-Abr	2.00	2.00
455	Desencofrado Vertical (columnas y Placas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	2.0	1	11-Abr	11-Abr	16.00	16.00
456	Encofrado Horizontal (Losas + Vigas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	15.0	8.0	1	12-Abr	12-Abr	55.00	55.00
457	Acero Horizontal (Losas + Vigas)	KG	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	400.0	4.0	1	13-Abr	13-Abr	640.00	640.00
458	Colocacion de tuberia embebida pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	1	14-Abr	15-Abr	0.00	0.00
459	Colocacion de tuberia embebida pvc de voz y data	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	1	15-Abr	16-Abr	0.00	0.00
460	Colocacion de tuberia embebida "" detectores de humo	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	1	17-Abr	18-Abr	0.00	0.00
461	Pase para ductos de red aire acondicionado	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	1	18-Abr	19-Abr	0.00	0.00
462	Concreto Horizontal (Losas + vigas)	M3	0.0	0.1	2.0	0.0	4.0	60.0	1.0	1	19-Abr	20-Abr	9.00	9.00
463	Desencofrado Horizontal (Losas + vigas)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	5.0	1	20-Abr	20-Abr	55.00	55.00
464	ACABADOS (4to Nivel)													
465	Albañileria													
466	Muro de albañileria 1	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	10.0	2.0	1	21-Abr	21-Abr	11.00	11.00
467	Muro de albañileria 2	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	10.0	2.0	1	22-Abr	22-Abr	11.00	11.00
468	Colocacion de tuberia embebida pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	8.0	0.0	2	24-Abr	26-Abr	0.00	0.00
469	Revoques y enlucidos													
470	Tarrajeo de muros	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	15.0	13.0	1	25-Abr	25-Abr	120.00	120.00
471	Solaqueo de columnas, placas, vigas y cielo rasos	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.3	25.0	6.0	1	26-Abr	26-Abr	101.00	101.00
472	Pisos (Cerámicos, otros)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	8.0	14.0	1	27-Abr	27-Abr	66.00	66.00
473	Contrapisos (Concreto pulido)	M2	0.0	0.1	3.0	0.0	6.0	80.0	5.0	1	28-Abr	28-Abr	40.00	40.00
474	Zocalos y contrazocalos													
475	Zocalos (Cerámico)	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	7.0	2.0	1	29-Abr	29-Abr	6.00	6.00
476	Contrazocalo (Cemento pulido)	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	17.0	5.0	1	01-May	01-May	45.00	45.00
477	Puertas ventanas y barandas													
478	Puertas y ventanas	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	3.0	2.0	1	06-May	06-May	2.00	2.00
479	Barandas balcones	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	12.0	7.0	1	08-May	08-May	47.00	47.00
480	Pinturas													
481	Pintura Base	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	30.0	7.0	1	02-May	02-May	115.00	115.00
482	Pintura 1ra mano	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	30.0	7.0	1	03-May	03-May	115.00	115.00
483	Instalacion de accesorios electricos(tomacor., interrup. florescentes)	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	3.0	0.0	1	04-May	04-May	0.00	0.00
484	Instalacion de bandejas red electrica	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	6.0	0.0	1	05-May	05-May	0.00	0.00
485	Instalacion de ductos red aire acondicionado	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	6.0	0.0	1	06-May	06-May	0.00	0.00
486	Instalacion de ductos red de agua contra incendios	M	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	6.0	0.0	1	08-May	08-May	0.00	0.00
487	Instalacion de accesorios detectores de humo	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	1	09-May	09-May	0.00	0.00
488	Pintura 2da mano	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	0.5	30.0	7.0	1	10-May	10-May	115.00	115.00
489	PAVIMENTOS RIGIDOS													
490	PATIO DE MANIOBRAS													
491	Encofrado Friso Pavimento Rígido	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	10.0	7.0	38	12-Abr	19-May	1130.00	29.74
492	Instalacion de Dowells	KG	0.0	0.1	0.0	0.0	1.0	400.0	3.0	38	13-Abr	20-May	36208.00	952.84
493	Colocacion de tuberia pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	38	14-Abr	21-May	0.00	0.00
494	Colocacion de tuberia pvc para voz y data	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	38	14-Abr	21-May	0.00	0.00
495	Colocacion de tuberia cedula red aire comprimido	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	38	15-Abr	22-May	0.00	0.00



495	Colocacion de tubería cedula red aire comprimido	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	38	15-Abr	22-May	0.00	0.00
496	Colocacion de tubería cedula red combustible (Kerosene)	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	38	15-Abr	22-May	0.00	0.00
497	Colocacion de tubería cedula red para vapor	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	38	15-Abr	22-May	0.00	0.00
498	Concreto pavimento rigido	M3	0.0	0.1	1.0	1.0	1.0	60.0	6.0	38	17-Abr	24-May	4368.00	114.95
499	Desenclavado pavimento rigido	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	3.0	38	18-Abr	25-May	1130.00	29.74
500	Corte de juntas	ML	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	100.0	3.0	38	19-Abr	26-May	7704.00	202.74
501	Sello de juntas	ML	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	100.0	6.0	38	03-May	09-Jun	9695.00	255.13
502	PISTA DE ATERRIZAJE													
503	Enclavado pavimento rigido	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	12.0	5.0	10	20-May	29-May	270.00	27.00
504	Instalacion de Dowells	KG	0.0	0.1	0.0	0.0	1.0	400.0	3.0	10	22-May	31-May	8895.00	889.50
505	Colocacion de tubería pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	10	23-May	01-Jun	0.00	0.00
506	Colocacion de tubería pvc para voz y data	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	10	24-May	02-Jun	0.00	0.00
507	Colocacion de tubería cedula red aire comprimido	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	10	25-May	03-Jun	0.00	0.00
508	Colocacion de tubería cedula red combustible (Kerosene)	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	10	25-May	03-Jun	0.00	0.00
509	Colocacion de tubería cedula red para vapor	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	10	25-May	03-Jun	0.00	0.00
510	Concreto pavimento rigido	M3	0.0	0.1	1.0	1.0	1.0	30.0	11.0	10	26-May	04-Jun	1040.00	104.00
511	Desenclavado pavimento rigido	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	3.0	10	27-May	05-Jun	270.00	27.00
512	Corte de juntas	ML	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	100.0	3.0	10	29-May	07-Jun	1895.00	189.50
513	Sello de juntas	ML	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	100.0	6.0	10	12-Jun	21-Jun	2385.00	238.50
514	PAVIMENTO PRUEBA DE POTENCIA													
515	Enclavado pavimento rigido	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	12.0	5.0	10	30-May	08-Jun	260.00	26.00
516	Instalacion de Dowells	KG	0.0	0.1	0.0	0.0	1.0	400.0	3.0	10	31-May	09-Jun	8800.00	880.00
517	Colocacion de tubería pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	10	01-Jun	10-Jun	0.00	0.00
518	Colocacion de tubería pvc para voz y data	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	10	02-Jun	11-Jun	0.00	0.00
519	Colocacion de tubería cedula red aire comprimido	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	10	03-Jun	12-Jun	0.00	0.00
520	Colocacion de tubería cedula red combustible (Kerosene)	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	10	05-Jun	14-Jun	0.00	0.00
521	Colocacion de tubería cedula red para vapor	PTO	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	10	06-Jun	15-Jun	0.00	0.00
522	Concreto pavimento rigido	M3	0.0	0.1	1.0	1.0	1.0	30.0	11.0	10	07-Jun	16-Jun	1024.00	102.40
523	Desenclavado pavimento rigido	M2	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	25.0	3.0	10	08-Jun	17-Jun	260.00	26.00
524	Corte de juntas	ML	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	100.0	2.0	10	09-Jun	18-Jun	1800.00	180.00
525	Sello de juntas	ML	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	100.0	5.0	10	23-Jun	02-Jul	2300.00	230.00

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Tren de actividades – Hangar Ruso

TREN DE ACTIVIDADES - HANGAR RURO								Semana 01							Semana 02							Semana 03							Semana 04						
N°	ABREV	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Und	Total Pers	Días	Metrado	Metrado por día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
								L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D
1	TÍTULO																																		
2	TÍTULO	ESTRUCTURAS																																	
3	TÍTULO	MOVIMIENTO DE TIERRAS																																	
4	MOV	Movimiento de Tierras (Masivo)	M3	24.0	23	38000.00	1652.17	E11	E12	E13	E14	E21			E23	E31	E12	E41	E42	E43		E44	E51	E12	E52	E54	E61		E62	E63	E64	E65	E66		
5	MOV	Excavación Estructural con Equipo (Zapatas+Vigas Ciment.)	M3	2.0	23	1145.00	49.78	E11	E12	E13	E14	E21			E22	E23	E31	E32	E41	E42		E43	E44	E51	E52	E53	E54		E61	E62	E63	E64	E65	E66	
6	MOV	Refine, nivelación en terreno arenoso (Zapatas + Vigas Ciment.)	M2	1.0	23	1075.00	46.74			E11	E12	E13	E14			E21	E22	E31	E32	E41		E42	E43	E44	E51	E52	E53		E61	E62	E63	E64	E65		
7	MOV	Compactación en terreno arenoso (zapatas + Vigas Ciment.)	M2	7.0	23	1410.00	61.30			E11	E12	E13			E14	E21	E22	E23	E31	E32		E41	E42	E43	E44	E51	E52		E61	E62	E63	E64			
8	CO	Solado Fc= 100 kg/cm2 (Zapatas)	M3	2.0	23	138.00	6.00					E11	E12		E13	E14	E21	E22	E31	E32		E41	E42	E43	E44	E51		E61	E62	E63	E64	E65	E66		
9	TÍTULO	CIMENTACIONES																																	
10	AC	Acero de zapatas + viga cimentación	KG	7.0	23	26971.88	1172.69							E11		E12	E13	E14	E21	E22		E23	E24	E31	E41	E42		E43	E44	E51	E52	E53	E54		
11	EN	Encofrado de zapatas + vigas cimentación	M2	15.0	23	1650.29	71.75							E11	E12	E13	E14	E21	E22		E23	E24	E31	E41	E42	E43		E44	E51	E52	E53	E54	E61		
12	CO	Concreto de zapatas + vigas cimentación	M3	11.0	23	1132.75	49.25								E11	E12	E13	E14	E21			E22	E23	E31	E41	E42		E43	E44	E51	E52	E53	E54		
13	TÍTULO	SUPERESTRUCTURA																																	
14	TÍTULO	Nivel A (1er Piso)																																	
15	AC	Acero vertical (Columnas y Placas)	KG	7.0	23	26660.00	1159.13								E11	E12	E13	E14			E21	E22	E23	E31	E32	E41		E42	E43	E44	E51	E52	E53		
16	EN	Encofrado vertical (columnas + placas)	M2	16.0	23	2000.00	86.96								E11	E12	E13			E14	E21	E22	E23	E31	E32		E41	E42	E43	E44	E51	E52			
17	CO	Concreto vertical (Columnas y Placas)	M3	4.0	23	360.00	15.65								E11	E12				E13	E21	E22	E23	E31	E32		E41	E42	E43	E44	E51				
18	DES	Desencofrado Vertical (columnas y Placas)	M2	3.0	23	800.00	34.78								E11					E12	E13	E14	E21	E22	E23		E41	E42	E43	E44	E51				
19	MOV	Relleno estructural	M3	4.0	23	2550.00	110.87								E11	E12	E13	E14	E21	E22		E23	E24	E31	E41	E42		E43	E44	E51	E52	E53	E54		
20	EN	Encofrado Horizontal (Losas + Vigas)	M2	22.0	23	3550.00	154.35								E11	E12	E13	E14	E21	E22		E23	E24	E31	E41	E42		E43	E44	E51	E52	E53	E54		
21	AC	Acero Horizontal (Losas + Vigas Malla inferior)	KG	11.0	23	43866.22	1907.23								E11	E12	E13	E14	E21	E22		E23	E24	E31	E41	E42		E43	E44	E51	E52	E53	E54		
22	INS	Colocación de tubería embebida pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	23	0.00	0.00								E11	E12	E13	E14	E21	E22		E23	E24	E31	E41	E42		E43	E44	E51	E52	E53	E54		
23	INS	Colocación de tubería embebida pvc de voz y data	PTO	0.0	23	0.00	0.00								E11	E12	E13	E14	E21	E22		E23	E24	E31	E41	E42		E43	E44	E51	E52	E53	E54		
24	INS	Colocación de tubería embebida "" detectores de humo	PTO	0.0	23	0.00	0.00								E11	E12	E13	E14	E21	E22		E23	E24	E31	E41	E42		E43	E44	E51	E52	E53	E54		
25	INS	Pase para ductos de red aire acondicionado	PTO	0.0	23	0.00	0.00								E11	E12	E13	E14	E21	E22		E23	E24	E31	E41	E42		E43	E44	E51	E52	E53	E54		
26	AC	Acero Horizontal (Losas + Vigas Malla superior)	KG	5.0	23	20000.00	869.57								E11	E12	E13	E14	E21	E22		E23	E24	E31	E41	E42		E43	E44	E51	E52	E53	E54		
27	CO	Concreto Horizontal (Losas + vigas)	M3	3.0	23	582.23	25.31								E11	E12	E13	E14	E21	E22		E23	E24	E31	E41	E42		E43	E44	E51	E52	E53	E54		
28	DES	Desencofrado Horizontal (Losas + vigas)	M2	13.0	23	3550.00	154.35								E11	E12	E13	E14	E21	E22		E23	E24	E31	E41	E42		E43	E44	E51	E52	E53	E54		
29	TÍTULO	Escaleras Nivel A (1er Piso)																																	
30	EN	Encofrado Fondo escalera	M2	3.0	3	44.50	14.83																												
31	AC	Acero escaleras	KG	1.0	3	417.50	139.17																												
32	CO	Concreto escaleras	M3	1.0	3	7.51	2.50																												
33	DES	Desencofrado de escaleras	M2	2.0	3	44.50	14.83																												
34	TÍTULO	ACABADOS																																	
35	TÍTULO	Albañilería																																	
36	CO	Cimiento corrido	M3	1.0	23	86.00	3.74																												
37	INS	Pase para ductos red aire comprimido	PTO	0.0	23	0.00	0.00																												
38	CO	Sobrecimiento corrido	M3	1.0	23	25.90	1.13																												
39	AC	Acero de columnetas 1ra etapa	KG	2.0	23	5047.26	219.45																												
40	LABRILL	Muro de albañilería 1	M2	5.0	23	610.00	26.52																												
41	LABRILL	Muro de albañilería 2	M2	5.0	23	610.00	26.52																												
42	AC	Acero viga solera	KG	1.0	23	1566.85	68.12																												
43	EN	Encofrado columneta + viga solera 1ra etapa	M2	9.0	23	761.38	33.10																												
44	CO	Concreto columneta+viga solera 1ra etapa	M3	1.0	23	28.18	1.23																												
45	LABRILL	Muro de albañilería 3ra. Etapa	M2	5.0	23	585.42	25.45																												
46	AC	Acero de Columnetas 2da Etapa	KG	2.0	23	4995.00	217.17																												
47	INS	Pase para bandeja de red eléctrica	PTO	0.0	23	0.00	0.00																												
48	INS	Pase para ductos de red aire acondicionado	PTO	0.0	23	0.00	0.00																												
49	INS	Pase para ductos de red de agua contra incendios	PTO	0.0	23	0.00	0.00																												
50	EN	Encofrado de Columneta 2da etapa	M2	7.0	23	564.67	24.55			</																									



TREN DE ACTIVIDADES - HANGAR RUSSO							Semana 05							Semana 06							Semana 07							Semana 08										
N°	ABREV	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Und	Total Pers	Días	Metrado	Metrado por día	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56			
								L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D			
1	TITULO																																					
2	TITULO	ESTRUCTURAS																																				
3	TITULO	MOVIMIENTO DE TIERRAS																																				
4	MOVI	Movimiento de Tierras (Masivo)	M3	24.0	23	38000.00	1652.17																															
5	MOVI	Excavacion Estructural con Equipo (Zapatas+Vigas Ciment.)	M3	2.0	23	1145.00	49.78																															
6	MOVI	Refine, nivelacion en terreno arenoso (Zapatas + Vigas Ciment.)	M2	1.0	23	1075.00	46.74	E606																														
7	MOVI	Compactacion en terreno arenoso (zapatas + Vigas Ciment.)	M2	7.0	23	1410.00	61.30	E605	E606																													
8	CO	Solado f= 100 kg/cm2 (Zapatas)	M3	2.0	23	138.00	6.00	E604	E605	E606																												
9	TITULO	CIMENTACIONES																																				
10	AC	Acero de zapatas + viga cimentacion	KG	7.0	23	26971.88	1172.69	E603	E604	E605	E606																											
11	EN	Encofrado de zapatas + vigas cimentacion	M2	15.0	23	1650.29	71.75	E602	E603	E604	E605	E606																										
12	CO	Concreto de zapatas + vigas cimentacion	M3	11.0	23	1132.75	49.25	E601	E602	E603	E604	E605	E606																									
13	TITULO	SUPERESTRUCTURA																																				
14	TITULO	Nivel A (1er Piso)																																				
15	AC	Acero vertical (Columnas y Placas)	KG	7.0	23	26660.00	1159.13	E504	E601	E602	E603	E604	E605	E606		E606																						
16	EN	Encofrado vertical (columnas + placas)	M2	16.0	23	2000.00	86.96	E503	E504	E601	E602	E603	E604		E605	E606																						
17	CO	Concreto vertical (Columnas y Placas)	M3	4.0	23	360.00	15.65	E502	E503	E504	E601	E602	E603		E604	E605	E606																					
18	DES	Desencofrado Vertical (columnas y Placas)	M2	3.0	23	800.00	34.78	E501	E502	E503	E504	E601	E602		E603	E604	E605	E606																				
19	MOVI	Relleno estructural	M3	4.0	23	2550.00	110.87	E404	E501	E502	E503	E504	E604		E602	E603	E604	E605	E606																			
20	EN	Encofrado Horizontal (Losas + Vigas)	M2	22.0	23	3550.00	154.35	E403	E404	E501	E502	E503	E504		E601	E602	E603	E604	E605	E606																		
21	AC	Acero Horizontal (Losas + Vigas Malla inferior)	KG	11.0	23	43866.22	1907.23	E402	E403	E404	E501	E502	E503		E504	E601	E602	E603	E604	E605	E606																	
22	INS	Colocacion de tubería embebida pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	23	0.00	0.00	E401	E402	E403	E404	E501	E502		E503	E504	E601	E602	E603	E604		E605	E606															
23	INS	Colocacion de tubería embebida pvc de voz y data	PTO	0.0	23	0.00	0.00	E401	E402	E403	E404	E501	E502		E503	E504	E601	E602	E603	E604		E605	E606															
24	INS	Colocacion de tubería embebida "" detectores de humo	PTO	0.0	23	0.00	0.00	E302	E401	E402	E403	E404	E501		E502	E503	E504	E601	E602	E603		E604	E605	E606														
25	INS	Pase para ductos de red aire acondicionado	PTO	0.0	23	0.00	0.00	E302	E401	E402	E403	E404	E501		E502	E503	E504	E601	E602	E603		E604	E605	E606														
26	AC	Acero Horizontal (Losas + Vigas Malla superior)	KG	5.0	23	20000.00	869.57	E301	E302	E401	E402	E403	E404		E501	E502	E503	E504	E601	E602		E603	E604	E605	E606													
27	CO	Concreto Horizontal (Losas + vigas)	M3	3.0	23	582.23	25.31	E203	E301	E302	E401	E402	E403		E404	E501	E502	E503	E504	E604		E602	E603	E604	E605	E606												
28	DES	Desencofrado Horizontal (Losas + vigas)	M2	13.0	23	3550.00	154.35	E101	E102	E103	E104	E201	E202		E203	E301	E302	E303	E304	E401		E402	E403	E404	E501	E502	E503	E504	E601		E602	E603	E604	E605	E606			
29	TITULO	Escaleras Nivel A (1er Piso)																																				
30	EN	Encofrado Fondo escalera	M2	3.0	3	44.50	14.83	E501	E501																													
31	AC	Acero escaleras	KG	1.0	3	417.50	139.17	E501	E501	E501																												
32	CO	Concreto escaleras	M3	1.0	3	7.51	2.50	E501	E501	E501																												
33	DES	Desencofrado de escaleras	M2	2.0	3	44.50	14.83								E501	E501	E501																					
34	TITULO	ACABADOS																																				
35	TITULO	Albañilería																																				
36	CO	Cimiento corrido	M3	1.0	23	86.00	3.74	E102	E103	E104	E201	E202	E203		E301	E302	E303	E304	E401		E402	E403	E404		E501	E502	E503	E504	E601	E602		E603	E604	E605	E606			
37	INS	Pase para ductos red aire comprimido	PTO	0.0	23	0.00	0.00	E101	E102	E103	E104	E201	E202		E203	E301	E302	E303	E304	E401		E402	E403	E404		E501	E502	E503	E504	E601		E602	E603	E604	E605	E606		
38	CO	Sobrecimiento corrido	M3	1.0	23	25.90	1.13	E101	E102	E103	E104	E201	E202		E203	E301	E302	E303	E304	E401		E402	E403	E404		E501	E502	E503	E504	E601		E602	E603	E604	E605	E606		
39	AC	Acero de columnetas 1ra etapa	KG	2.0	23	5047.26	219.45	E101	E102	E103	E104	E201	E202		E203	E301	E302	E303	E304	E401		E402	E403	E404		E501	E502	E503	E504	E601		E602	E603	E604	E605	E606		
40	LABOR	Muro de albañilería 1	M2	5.0	23	610.00	26.52			E101	E102	E103	E104	E201		E202	E203	E301	E302	E303	E304		E401	E402	E403	E404		E501	E502	E503	E504	E601		E602	E603	E604	E605	E606
41	LABOR	Muro de albañilería 2	M2	5.0	23	610.00	26.52				E102	E103	E104	E201		E202	E203	E301	E302	E303	E304		E401	E402	E403	E404		E501	E502	E503	E504	E601		E602	E603	E604	E605	E606
42	AC	Acero viga solera	KG	1.0	23	1566.85	68.12							E101	E102		E103	E104	E201		E202	E203		E204	E301	E302	E303	E304		E401	E402	E403	E404	E501	E502	E503	E504	E601
43	EN	Encofrado columneta + viga solera 1ra etapa	M2	9.0	23	761.38	33.10							E102	E103	E104	E201	E202	E203		E204	E301	E302	E303	E304		E401	E402	E403	E404	E501	E502	E503	E504	E601	E602		
44	CO	Concreto columneta+viga solera 1ra etapa	M3	1.0	23	28.18	1.23							E101	E102	E103	E104	E201	E202		E203	E301	E302	E303	E304		E401	E402	E403	E404	E501	E502	E503	E504	E601	E602		
45	LABOR	Muro de albañilería 3ra. Etapa	M2	5.0	23	585.42	25.45							E101	E102	E103	E104	E201	E202		E203	E301																



TREN DE ACTIVIDADES - HANGAR RUSSO								Semana 09								Semana 10								Semana 11								Semana 12							
N°	ABREV	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Und	Total Pers	Días	Metrado	Metrado por día	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84				
								L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D				
1	TITULO																																						
2	TITULO	ESTRUCTURAS																																					
3	TITULO	MOVIMIENTO DE TIERRAS																																					
4	MOV	Movimiento de Tierras (Masivo)	M3	24.0	23	38000.00	1652.17																																
5	MOV	Excavación Estructural con Equipo (Zapatas+Vigas Ciment.)	M3	2.0	23	1145.00	49.78																																
6	MOV	Refine, nivelación en terreno arenoso (Zapatas + Vigas Ciment.)	M2	1.0	23	1075.00	46.74																																
7	MOV	Compactación en terreno arenoso (zapatas + Vigas Ciment.)	M2	7.0	23	1410.00	61.30																																
8	CO	Solado f'c= 100 kg/cm2 (Zapatas)	M3	2.0	23	138.00	6.00																																
9	TITULO	CIMENTACIONES																																					
10	AC	Acero de zapatas + viga cimentacion	KG	7.0	23	26971.88	1172.69																																
11	EN	Encofrado de zapatas + vigas cimentacion	M2	15.0	23	1650.29	71.75																																
12	CO	Concreto de zapatas + vigas cimentacion	M3	11.0	23	1132.75	49.25																																
13	TITULO	SUPERESTRUCTURA																																					
14	TITULO	Nivel A (1er Piso)																																					
15	AC	Acero vertical (Columnas y Placas)	KG	7.0	23	26660.00	1159.13																																
16	EN	Encofrado vertical (columnas + placas)	M2	16.0	23	2000.00	86.96																																
17	CO	Concreto vertical (Columnas y Placas)	M3	4.0	23	360.00	15.65																																
18	DES	Desencofrado Vertical (columnas y Placas)	M2	3.0	23	800.00	34.78																																
19	MOV	Relleno estructural	M3	4.0	23	2550.00	110.87																																
20	EN	Encofrado Horizontal (Losas + Vigas)	M2	22.0	23	3550.00	154.35																																
21	AC	Acero Horizontal (Losas + Vigas Malla inferior)	KG	11.0	23	43866.22	1907.23																																
22	INS	Colocacion de tubería embebida pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	23	0.00	0.00																																
23	INS	Colocacion de tubería embebida pvc de voz y data	PTO	0.0	23	0.00	0.00																																
24	INS	Colocacion de tubería embebida "" detectores de humo	PTO	0.0	23	0.00	0.00																																
25	INS	Pase para ductos de red aire acondicionado	PTO	0.0	23	0.00	0.00																																
26	AC	Acero Horizontal (Losas + Vigas Malla superior)	KG	5.0	23	20000.00	869.57																																
27	CO	Concreto Horizontal (Losas + vigas)	M3	3.0	23	582.23	25.31																																
28	DES	Desencofrado Horizontal (Losas + vigas)	M2	13.0	23	3550.00	154.35																																
29	TITULO	Escaleras Nivel A (1er Piso)																																					
30	EN	Encofrado Fondo escalera	M2	3.0	3	44.50	14.83																																
31	AC	Acero escaleras	KG	1.0	3	417.50	139.17																																
32	CO	Concreto escaleras	M3	1.0	3	7.51	2.50																																
33	DES	Desencofrado de escaleras	M2	2.0	3	44.50	14.83																																
34	TITULO	ACABADOS																																					
35	TITULO	Albañilería																																					
36	CO	Cimiento corrido	M3	1.0	23	86.00	3.74																																
37	INS	Pase para ductos red aire comprimido	PTO	0.0	23	0.00	0.00																																
38	CO	Sobrecimiento corrido	M3	1.0	23	25.90	1.13																																
39	AC	Acero de columnetas 1ra etapa	KG	2.0	23	5047.26	219.45																																
40	LADRILL	Muro de albañilería 1	M2	5.0	23	610.00	26.52																																
41	LADRILL	Muro de albañilería 2	M2	5.0	23	610.00	26.52																																
42	AC	Acero viga solera	KG	1.0	23	1566.85	68.12																																
43	EN	Encofrado columneta + viga solera 1ra etapa	M2	9.0	23	761.38	33.10																																
44	CO	Concreto columneta+viga solera 1ra etapa	M3	1.0	23	28.18	1.23																																
45	LADRILL	Muro de albañilería 3ra. Etapa	M2	5.0	23	585.42	25.45																																
46	AC	Acero de Columnetas 2da Etapa	KG	2.0	23	4995.00	217.17																																
47	INS	Pase para bandeja de red electrica	PTO	0.0	23	0.00	0.00																																
48	INS	Pase para ductos de red aire acondicionado	PTO	0.0	23	0.00	0.00																																
49	INS	Pase para ductos de red de agua contra incendios	PTO	0.0	23	0.00	0.00																																
50	EN	Encofrado de Columneta 2da etapa	M2	7.0	23	564.67	24.55																																
51	CO	Concreto de Columneta 2da etapa	M3	1.0	23	30.05	1.31																																
52	INS	Colocacion de tubería embebida pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	23	0.00	0.00																																
53	TITULO	Revoques y enlucidos																																					
54	TITULO	Tarrajeo de muros	M2	22.0	23	4720.00	205.22																																
55	TITULO	Solapeque de columnas, placas, vigas y cielo rasos	M2	11.0	23	4602.50	200.11																																

TREN DE ACTIVIDADES - HANGAR RUSO							Semana 13								Semana 14								Semana 15								Semana 16							
N°	ABREV	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Und	Total Pers	Días Dí	Metrado	Metrado por día	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112			
								L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D			
1	TITULO																																					
2	TITULO	ESTRUCTURAS																																				
3	TITULO	MOVIMIENTO DE TIERRAS																																				
4	MOV	Movimiento de Tierras (Masivo)	M3	24.0	23	38000.00	1652.17																															
5	MOV	Excavacion Estructural con Equipo (Zapatas+Vigas Ciment.)	M3	2.0	23	1145.00	49.78																															
6	MOV	Refine, nivelacion en terreno arenoso (Zapatas + Vigas Ciment.)	M2	1.0	23	1075.00	46.74																															
7	MOV	Compactacion en terreno arenoso (zapatas + Vigas Ciment.)	M2	7.0	23	1410.00	61.30																															
8	MOV	Solado Fc= 100 kg/cm2 (Zapatas)	M3	2.0	23	138.00	6.00																															
9	TITULO	CIMENTACIONES																																				
10	AC	Acero de zapatas + viga cimentacion	KG	7.0	23	26971.88	1172.69																															
11	EN	Encofrado de zapatas + vigas cimentacion	M2	15.0	23	1650.29	71.75																															
12	CO	Concreto de zapatas + vigas cimentacion	M3	11.0	23	1132.75	49.25																															
13	TITULO	SUPERESTRUCTURA																																				
14	TITULO	Nivel A (1er Piso)																																				
15	AC	Acero vertical (Columnas y Placas)	KG	7.0	23	26660.00	1159.13																															
16	EN	Encofrado vertical (columnas + placas)	M2	16.0	23	2000.00	86.96																															
17	EN	Concreto vertical (Columnas y Placas)	M3	4.0	23	360.00	15.65																															
18	DES	Desencofrado Vertical (columnas y Placas)	M2	3.0	23	800.00	34.78																															
19	MOV	Relleno estructural	M3	4.0	23	2550.00	110.87																															
20	EN	Encofrado Horizontal (Losas + Vigas)	M2	22.0	23	3550.00	154.35																															
21	AC	Acero Horizontal (Losas + Vigas Malla inferior)	KG	11.0	23	43866.22	1907.23																															
22	INS	Colocacion de tubería embebida pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	23	0.00	0.00																															
23	INS	Colocacion de tubería embebida pvc de voz y data	PTO	0.0	23	0.00	0.00																															
24	INS	Colocacion de tubería embebida "" detectores de humo	PTO	0.0	23	0.00	0.00																															
25	INS	Pase para ductos de red aire acondicionado	PTO	0.0	23	0.00	0.00																															
26	AC	Acero Horizontal (Losas + Vigas Malla superior)	KG	5.0	23	20000.00	869.57																															
27	CO	Concreto Horizontal (Losas + vigas)	M3	3.0	23	582.23	25.31																															
28	DES	Desencofrado Horizontal (Losas + vigas)	M2	13.0	23	3550.00	154.35																															
29	TITULO	Escaleras Nivel A (1er Piso)																																				
30	EN	Encofrado Fondo escalera	M2	3.0	3	44.50	14.83																															
31	AC	Acero escaleras	KG	1.0	3	417.50	139.17																															
32	CO	Concreto escaleras	M3	1.0	3	7.51	2.50																															
33	DES	Desencofrado de escaleras	M2	2.0	3	44.50	14.83																															
34	TITULO	ACABADOS																																				
35	TITULO	Albañilería																																				
36	CO	Cimiento corrido	M3	1.0	23	86.00	3.74																															
37	INS	Pase para ductos red aire comprimido	PTO	0.0	23	0.00	0.00																															
38	CO	Sobrecimiento corrido	M3	1.0	23	25.90	1.13																															
39	AC	Acero de columnetas 1ra etapa	KG	2.0	23	5047.26	219.45																															
40	LABRILL	Muro de albañilería 1	M2	5.0	23	610.00	26.52																															
41	LABRILL	Muro de albañilería 2	M2	5.0	23	610.00	26.52																															
42	AC	Acero viga solera	KG	1.0	23	1566.85	68.12																															
43	EN	Encofrado columneta + viga solera 1ra etapa	M2	9.0	23	761.38	33.10																															
44	CO	Concreto columneta+viga solera 1ra etapa	M3	1.0	23	28.18	1.23																															
45	LABRILL	Muro de albañilería 3ra. Etapa	M2	5.0	23	585.42	25.45																															
46	AC	Acero de Columnetas 2da Etapa	KG	2.0	23	4995.00	217.17																															
47	INS	Pase para bandeja de red electrica	PTO	0.0	23	0.00	0.00																															
48	INS	Pase para ductos de red aire acondicionado	PTO	0.0	23	0.00	0.00																															
49	INS	Pase para ductos de red de agua contra incendios	PTO	0.0	23	0.00	0.00																															
50	EN	Encofrado de Columneta 2da etapa	M2	7.0	23	564.67	24.55																															
51	CO	Concreto de Columneta 2da etapa	M3	1.0	23	30.05	1.31																															
52	INS	Colocacion de tubería embebida pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	23	0.00	0.00																															
53	TITULO	Revoques y enlucidos																																				
54	TARBA	Tarrajeo de muros	M2	22.0	23	4720.00	205.22																															
55	TARBA	Solaqueo de columnas, placas, vigas y cielo rasos	M2	11.0	23	4602.50	200.11																															
56	TARBA	Revestimiento de escaleras	M2	2.0	3	44.50	14.83																															
57	PISO	Pisos (Ceramicos, otros)	M2	3.0	23	316.99	13.78																															
58	PISO	Contrapisos (Concreto pulido)	M2	27.0	23	5421.50	235.72																															
59	TITULO	Zocalos y contrazocalos																																				
60	ZOCA	Zocalos (Ceramico)	M2	4.0	23	388.93	16.91																															
61	ZOCA	Contrazocalo (Cemento pulido)	M	7.0	23	1531.37	66.58																															
62	TITULO	Aparatos sanitarios																																				
63	INS	Aparatos sanitarios (Inodoro, lavatorios , urinarios y lavaderos	UND	2.0	23	60.00	2.61																															
64	INS	Mesas de concreto (polvo de marmol)	M3	1.0	23	9.00	0.39																															
65	TITULO	Puertas y ventanas																																				
66	PUER	Puertas y ventanas	UND	1.0	23	36.00	1.57																															
67	TITULO	Pintura																					</															



TREN DE ACTIVIDADES - HANGAR RURO								Semana 01							Semana 02							Semana 03							Semana 04							
N°	ABREV	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Und	Total Pers	Días	Metrado	Metrado por día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
								L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	
91	EN	Encofrado Fondo escalera	M2	3.0	3	44.50	14.83																													
92	AC	Acero escaleras	KG	1.0	3	417.50	139.17																													
93	CO	Concreto escaleras	M3	1.0	3	7.51	2.50																													
94	DES	Desencofrado de escaleras	M2	2.0	3	44.50	14.83																													
95	TITULO	ACABADOS																																		
96	TITULO	Albañilería																																		
97	AC	Acero de columnetas	KG	2.0	23	7029.58	305.63																													
98	LADRILL	Muro de albañilería 1	M2	6.0	23	812.46	35.32																													
99	LADRILL	Muro de albañilería 2	M2	6.0	23	812.46	35.32																													
100	AC	Acero viga solera	KG	1.0	23	1579.19	68.66																													
101	INS	Pase para bandeja de red eléctrica	PTO	0.0	23	0.00	0.00																													
102	INS	Pase para ductos de red aire acondicionado	PTO	0.0	23	0.00	0.00																													
103	INS	Pase para ductos de red de agua contra incendios	PTO	0.0	23	0.00	0.00																													
104	EN	Encofrado columneta + viga solera	M2	10.0	23	1190.00	51.74																													
105	CO	Concreto columneta+viga solera	M3	1.0	23	69.72	3.03																													
106	INS	Colocacion de tubería embebida pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	23	0.00	0.00																													
107	TITULO	Revoques y enlucidos																																		
108	TARRAJE	Tarrajeo de muros	M2	21.0	23	4520.00	196.52																													
109	CO	Parapetos de concreto armado	M3	1.0	23	88.80	3.86																													
110	TARRAJE	Solapeo de columnas, placas, vigas y cielo rasos	M2	11.0	23	4602.50	200.11																													
111	TARRAJE	Revestimiento de escaleras	M2	2.0	3	44.50	14.83																													
112	LADRILL	Cobertura ladrillo pasteler	M2	24.0	23	3550.00	154.35																													
113	PISO	Pisos (Ceramicos, otros)	M2	3.0	23	316.99	13.78																													
114	PISO	Contrapisos (Concreto pulido)	M2	27.0	23	5421.50	235.72																													
115	TITULO	Zocalos y contrazocalos																																		
116	ZOCAL	Zocalos (Ceramico)	M2	4.0	23	388.93	16.91																													
117	ZOCAL	Contrazocalo (Cemento pulido)	M	7.0	23	1531.37	66.58																													
118	TITULO	Aparatos sanitarios																																		
119	SANI	Aparatos sanitarios (Inodoro, lavatorios , urinarios y lavaderos	Und	2.0	23	60.00	2.61																													
120	SANI	Mesas de concreto (polvo de marmol)	M2	1.0	23	9.00	0.39																													
121	TITULO	Puertas ventanas y barandas																																		
122	PUERT	Puertas y ventanas	M2	1.0	23	36.00	1.57																													
123	PUERT	Barandas de escalera y balcones	ML	1.0	23	249.94	10.87																													
124	TITULO	Pinturas																																		
125	PINTURA	Pintura Base	M2	9.0	23	3594.50	156.28																													
126	PINTURA	Pintura 1ra mano	M2	22.0	23	9322.50	405.33																													
127	INS	Instalacion de accesorios electricos(tomacor., interrump. florese	PTO	0.0	23	0.00	0.00																													
128	INS	Instalacion de bandejas red electrica	M	0.0	23	0.00	0.00																													
129	INS	Instalacion de ductos red aire acondicionado	M	0.0	23	0.00	0.00																													
130	INS	Instalacion de ductos red de agua contra incendios	M	0.0	23	0.00	0.00																													
131	INS	Instalacion de accesorios detectores de humo	PTO	0.0	23	0.00	0.00																													
132	PINTURA	Pintura 2da mano	M2	22.0	23	9322.50	405.33																													
133	TITULO	SECTOR DE MONTAJES																																		
134	TITULO	PEDESTALES																																		
135	MOVI	Base granular	M3	3.0	6	2500.00	416.67																													
136	MOVI	Excavacion con Equipo (Zapatas)	M3	3.0	6	1800.00	300.00																													
137	MOVI	Refine, nivelacion en terreno arenoso (Zapatas)	M2	1.0	6	350.00	58.33																													
138	CO	Solado f<= 100 kg/cm2 (Zapatas)	M3	12.0	6	350.00	58.33																													
139	AC	Acero de zapatas	KG	8.0	6	8500.00	1416.67																													
140	EN	Encofrado de Zapata	M2	19.0	6	546.29	91.05																													
141	CO	Concreto de zapatas	M3	6.0	6	176.00	29.33																													
142	AC	Acero de pedestal	KG	12.0	6	13383.42	2230.57																													
143	EN	Encofrado de pedestal + pernos de anclaje	M2	12.0	6	269.92	44.99																													
144	CO	Concreto de pedestal	M3	3.0	6	54.00	9.00																													
145	DES	Desencofrado de pedestal	M2	1.0	6	54.00	9.00																													

203

204



TREN DE ACTIVIDADES - HANGAR RURO								Semana 13							Semana 14							Semana 15							Semana 16						
N°	ABREV	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Und	Total Pers	Días	Metrado	Metrado por día	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
								L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D
91	EN	Encofrado Fondo escalera	M2	3.0	3	44.50	14.83																												
92	AC	Acero escaleras	KG	1.0	3	417.50	139.17																												
93	CO	Concreto escaleras	M3	1.0	3	7.51	2.50																												
94	DES	Desencofrado de escaleras	M2	2.0	3	44.50	14.83																												
95	TITULO	ACABADOS																																	
96	TITULO	Albañilería																																	
97	AC	Acero de columnetas	KG	2.0	23	7029.58	305.63																												
98	LADRILL	Muro de albañilería 1	M2	6.0	23	812.46	35.32																												
99	LADRILL	Muro de albañilería 2	M2	6.0	23	812.46	35.32																												
100	AC	Acero viga solera	KG	1.0	23	1579.19	68.66																												
101	INS	Pase para bandeja de red eléctrica	PTO	0.0	23	0.00	0.00																												
102	INS	Pase para ductos de red aire acondicionado	PTO	0.0	23	0.00	0.00																												
103	INS	Pase para ductos de red de agua contra incendios	PTO	0.0	23	0.00	0.00																												
104	EN	Encofrado columneta + viga solera	M2	10.0	23	1190.00	51.74																												
105	CO	Concreto columneta+viga solera	M3	1.0	23	69.72	3.03																												
106	INS	Colocación de tubería embebida pvc redes electricas-sanitarias	PTO	0.0	23	0.00	0.00																												
107	TITULO	Revoques y enlucidos																																	
108	LADRILL	Tarrajeo de muros	M2	21.0	23	4520.00	196.52																												
109	CO	Parapetos de concreto armado	M3	1.0	23	88.80	3.86																												
110	LADRILL	Solapeo de columnas, placas, vigas y cielo rasos	M2	11.0	23	4602.50	200.11																												
111	LADRILL	Revestimiento de escaleras	M2	2.0	3	44.50	14.83																												
112	LADRILL	Cobertura ladrillo pastelerio	M2	24.0	23	3550.00	154.35																												
113	PISO	Pisos (Ceramicos, otros)	M2	3.0	23	316.99	13.78	E616																											
114	PISO	Contrapisos (Concreto pulido)	M2	27.0	23	5421.50	235.72	E614	E615	E616																									
115	TITULO	Zocalos y contrazocalos																																	
116	ZOCA	Zocalos (Ceramico)	M2	4.0	23	388.93	16.91	E613	E614	E615	E616																								
117	ZOCA	Contrazocalo (Cemento pulido)	M	7.0	23	1531.37	66.58	E612	E613	E614	E615	E616																							
118	TITULO	Aparatos sanitarios																																	
119	SAN	Aparatos sanitarios (Inodoro, lavatorios , urinarios y lavaderos)	Und	2.0	23	60.00	2.61	E611	E612	E613	E614	E615	E616																						
120	SAN	Mesas de concreto (polvo de marmol)	M2	1.0	23	9.00	0.39	E514	E611	E612	E613	E614	E615	E616																					
121	TITULO	Puertas ventanas y barandas																																	
122	PUERT	Puertas y ventanas	M2	1.0	23	36.00	1.57	E614	E511	E512	E513	E514	E611		E612	E613	E614	E615	E616																
123	PUERT	Barandas de escalera y balcones	ML	1.0	23	249.94	10.87	E614	E616	E511	E512	E513	E514	E611	E611	E612	E613	E614	E615	E616															
124	TITULO	Pinturas																																	
125	PINTURA	Pintura Base	M2	9.0	23	3594.50	156.28	E513	E514	E611	E612	E613	E614		E615	E616																			
126	PINTURA	Pintura 1ra mano	M2	22.0	23	9322.50	405.33	E513	E513	E514	E611	E612	E613		E614	E615	E616																		
127	INS	Instalacion de accesorios electricos(tomacor., interrump. floresce)	PTO	0.0	23	0.00	0.00	E511	E512	E513	E514	E611	E612		E613	E614	E615	E616																	
128	INS	Instalacion de bandejas red electrica	M	0.0	23	0.00	0.00	E614	E511	E512	E513	E514	E611		E612	E613	E614	E615	E616																
129	INS	Instalacion de ductos red aire acondicionado	M	0.0	23	0.00	0.00	E613	E614	E511	E512	E513	E514		E611	E612	E613	E614	E615	E616															
130	INS	Instalacion de ductos red de agua contra incendios	M	0.0	23	0.00	0.00	E612	E613	E614	E511	E512	E513		E514	E611	E612	E613	E614	E615	E616														
131	INS	Instalacion de accesorios detectores de humo	PTO	0.0	23	0.00	0.00	E611	E612	E613	E614	E511	E512		E513	E514	E611	E612	E613	E614		E615	E616												
132	PINTURA	Pintura 2da mano	M2	22.0	23	9322.50	405.33	E611	E611	E612	E613	E614	E511		E512	E513	E514	E611	E612	E613		E614	E615	E616											
133	TITULO	SECTOR DE MONTAJES																																	
134	TITULO	PEDESTALES																																	
135	MOVI	Base granular	M3	3.0	6	2500.00	416.67																												
136	MOVI	Excavacion con Equipo (Zapatas)	M3	3.0	6	1800.00	300.00																												
137	MOVI	Refine, nivelacion en terreno arenoso (Zapatas)	M2	1.0	6	350.00	58.33																												
138	CO	Solado F= 100 kg/cm2 (Zapatas)	M3	12.0	6	350.00	58.33																												
139	AC	Acero de zapatas	KG	8.0	6	8500.00	1416.67																												
140	EN	Encofrado de Zapata	M2	19.0	6	546.29	91.05																												
141	CO	Concreto de zapatas	M3	6.0	6	176.00	29.33																												
142	AC	Acero de pedestal	KG	12.0	6	13383.42	2230.57																												
143	EN	Encofrado de pedestal + pernos de anclaje	M2	12.0	6	269.92	44.99																												



TREN DE ACTIVIDADES - HANGAR RUSSO							Semana 01							Semana 02							Semana 03							Semana 04							
N°	ABREV	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Und	Total Pers	Días Dili	Metrado	Metrado por día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
								L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D
181	DES	Desencofrado horizontal (Losas)	M2	5.0	5	250.00	50.00																												
182	TITULO	MUROS																																	
183	MOVI	Excavacion con Equipo (Zapatas)	M3	4.0	3	3500.00	1166.67																												
184	MOVI	Refine, nivelacion en terreno arenoso (Cimentaciones)	M2	3.0	3	1800.00	600.00																												
185	CO	Solado f'c= 100 kg/cm2 (Zapatas)	M3	6.0	3	80.00	26.67																												
186	AC	Acero de zapatas	KG	8.0	3	4500.00	1500.00																												
187	EN	Encofrado de Zapata	M2	12.0	3	250.00	83.33																												
188	CO	Concreto de zapatas	M3	9.0	3	130.00	43.33																												
189	AC	Acero vertical muros	KG	10.0	3	5500.00	1833.33																												
190	EN	Encofrado vertical muros	M2	13.0	3	220.00	73.33																												
191	CO	Concreto vertical muros	M3	7.0	3	180.00	60.00																												
192	DES	Desencofrado vertical muros	M2	7.0	3	220.00	73.33																												
193	MOVI	Relleno estructural	M3	3.0	3	1800.00	600.00																												

TREN DE ACTIVIDADES - HANGAR RUSSO							Semana 05							Semana 06							Semana 07							Semana 08							
N°	ABREV	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Und	Total Pers	Días Dili	Metrado	Metrado por día	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
181	DES	Desencofrado horizontal (Losas)	M2	5.0	5	250.00	50.00	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5									
182	TITULO	MUROS																																	
183	MOVI	Excavacion con Equipo (Zapatas)	M3	4.0	3	3500.00	1166.67																												
184	MOVI	Refine, nivelacion en terreno arenoso (Cimentaciones)	M2	3.0	3	1800.00	600.00	MO3																											
185	CO	Solado f'c= 100 kg/cm2 (Zapatas)	M3	6.0	3	80.00	26.67	MO2	MO3																										
186	AC	Acero de zapatas	KG	8.0	3	4500.00	1500.00	MO1	MO2	MO3																									
187	EN	Encofrado de Zapata	M2	12.0	3	250.00	83.33			MO1	MO2	MO3																							
188	CO	Concreto de zapatas	M3	9.0	3	130.00	43.33				MO1	MO2	MO3																						
189	AC	Acero vertical muros	KG	10.0	3	5500.00	1833.33																												
190	EN	Encofrado vertical muros	M2	13.0	3	220.00	73.33																												
191	CO	Concreto vertical muros	M3	7.0	3	180.00	60.00																												
192	DES	Desencofrado vertical muros	M2	7.0	3	220.00	73.33																												
193	MOVI	Relleno estructural	M3	3.0	3	1800.00	600.00																												

TREN DE ACTIVIDADES - HANGAR RUSSO								Semana 09							Semana 10							Semana 11							Semana 12						
N°	ABREV	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Und	Total Pers	Días Dili	Metrado	Metrado por día	57 L	58 M	59 MI	60 J	61 V	62 S	63 D	64 L	65 M	66 MI	67 J	68 V	69 S	70 D	71 L	72 M	73 MI	74 J	75 V	76 S	77 D	78 L	79 M	80 MI	81 J	82 V	83 S	84 D
181	DES	Desencofrado horizontal (Losas)	M2	5.0	5	250.00	50.00																												
182	TITULO	MUROS																																	
183	MOVI	Excavacion con Equipo (Zapatas)	M3	4.0	3	3500.00	1166.67																												
184	MOVI	Refine, nivelacion en terreno arenoso (Cimentaciones)	M2	3.0	3	1800.00	600.00																												
185	CO	Solado f'c= 100 kg/cm2 (Zapatas)	M3	6.0	3	80.00	26.67																												
186	AC	Acero de zapatas	KG	8.0	3	4500.00	1500.00																												
187	EN	Encofrado de Zapata	M2	12.0	3	250.00	83.33																												
188	CO	Concreto de zapatas	M3	9.0	3	130.00	43.33																												
189	AC	Acero vertical muros	KG	10.0	3	5500.00	1833.33																												
190	EN	Encofrado vertical muros	M2	13.0	3	220.00	73.33																												
191	CO	Concreto vertical muros	M3	7.0	3	180.00	60.00																												
192	DES	Desencofrado vertical muros	M2	7.0	3	220.00	73.33																												
193	MOVI	Relleno estructural	M3	3.0	3	1800.00	600.00																												

TREN DE ACTIVIDADES - HANGAR RUSSO								Semana 13							Semana 14							Semana 15							Semana 16						
N°	ABREV	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Und	Total Pers	Días Dili	Metrado	Metrado por día	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
								L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D
181	DES	Desencofrado horizontal (Losas)	M2	5.0	5	250.00	50.00																												
182	TITULO	MUROS																																	
183	MOVI	Excavacion con Equipo (Zapatas)	M3	4.0	3	3500.00	1166.67																												
184	MOVI	Refine, nivelacion en terreno arenoso (Cimentaciones)	M2	3.0	3	1800.00	600.00																												
185	CO	Solado f'c= 100 kg/cm2 (Zapatas)	M3	6.0	3	80.00	26.67																												
186	AC	Acero de zapatas	KG	8.0	3	4500.00	1500.00																												
187	EN	Encofrado de Zapata	M2	12.0	3	250.00	83.33																												
188	CO	Concreto de zapatas	M3	9.0	3	130.00	43.33																												
189	AC	Acero vertical muros	KG	10.0	3	5500.00	1833.33																												
190	EN	Encofrado vertical muros	M2	13.0	3	220.00	73.33																												
191	CO	Concreto vertical muros	M3	7.0	3	180.00	60.00																												
192	DES	Desencofrado vertical muros	M2	7.0	3	220.00	73.33																												
193	MOVI	Relleno estructural	M3	3.0	3	1800.00	600.00																												

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



TREN DE ACTIVIDADES - HANGAR PERUANO						Semana 05								Semana 06								Semana 07								Semana 08							
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Und	Total Pers	Días	Metrado	Metrado por día	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56			
							L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D			
1	HANGAR PERUANO																																				
2	ESTRUCTURAS																																				
3	MOVIMIENTO DE TIERRAS																																				
4	Movimiento de tierras (masivo)	M3	###	18	12400.00	688.89																															
5	Excavación con equipo (zapatas)	M3	1.0	18	530.00	29.44																															
6	Refine, perfilado manual	M2	2.0	18	4245.00	235.83																															
7	Compactación p/solado c/equi.liv.	M2	9.0	18	1410.00	78.33																															
8	Solado f'c= 100 kg/cm2 (Zapatas)	M3	1.0	18	37.00	2.06																															
9	CIMENTACIONES																																				
10	Acero p/zapatas + viga de cimentacion	KG	8.0	18	24510.00	1361.67																															
11	Encofrado p/zapatas + viga de cimentacion	M2	5.0	18	350.00	19.44																															
12	Concreto p/zapatas 280kg/cm2 + vigas de cimentacion	M3	4.0	18	351.00	19.50																															
13	SUPER ESTRUCTURA																																				
14	Acero p/Columnas Y Placas NIVEL A	KG	8.0	18	25500.00	1416.67	E5L1	E5L2	E5L3																												
15	Encofrado vertical (columnas + placas)	M2	###	18	1800.00	100.00	E4L1	E5L1	E5L2	E5L3																											
16	Concreto vertical (Columnas y Placas)	M3	4.0	18	240.00	13.33	E4L1	E4L3	E5L1	E5L2	E5L3																										
17	Desencofrado Vertical (columnas y Placas)	M2	9.0	18	1800.00	100.00	E4L1	E4L2	E4L3	E5L1	E5L2	E5L3																									
18	Relleno estructural	M3	1.0	18	415.00	23.06	E4L1	E4L2	E4L3	E5L1	E5L2	E5L3																									
19	Encofrado Horizontal (Losas + Vigas)	M2	###	18	3650.00	202.78	E3L1	E4L1	E4L2	E4L3	E5L1	E5L2	E5L3	E5L4																							
20	Acero Horizontal (Losas + Vigas Malla inferior)	KG	9.0	18	29000.00	1611.11	E3L2	E3L3	E3L4	E4L1	E4L2	E4L3	E4L4		E5L1	E5L2	E5L3																				
21	Colocacion de tubería embebida pvc redes electricas-sanit	PTO	0.0	18	0.00	0.00	E3L1	E3L2	E3L3	E3L4	E4L1	E4L2	E4L3	E4L4	E4L5	E5L1	E5L2	E5L3																			
22	Colocacion de tubería embebida pvc de voz y data	PTO	0.0	18	0.00	0.00	E3L1	E3L2	E3L3	E3L4	E4L1	E4L2	E4L3	E4L4	E4L5	E5L1	E5L2	E5L3																			
23	Colocacion de tubería embebida "" detectores de humo	PTO	0.0	18	0.00	0.00	E2L5	E3L1	E3L2	E3L3	E3L4	E4L1	E4L2	E4L3	E4L4	E4L5	E5L1	E5L2	E5L3																		
24	Pase para ductos de red aire acondicionado	PTO	0.0	18	0.00	0.00	E2L5	E3L1	E3L2	E3L3	E3L4	E4L1	E4L2	E4L3	E4L4	E4L5	E5L1	E5L2	E5L3																		
25	Acero Horizontal (Losas + Vigas Malla superior)	KG	9.0	18	29000.00	1611.11	E2L4	E2L5	E3L1	E3L2	E3L3	E3L4	E3L5	E4L1	E4L2	E4L3	E4L4	E4L5	E5L1	E5L2	E5L3																
26	Concreto Horizontal (Losas + vigas)	M3	4.0	18	555.00	30.83	E2L4	E2L5	E3L1	E3L2	E3L3	E3L4	E3L5	E4L1	E4L2	E4L3	E4L4	E4L5	E5L1	E5L2	E5L3																
27	Desencofrado Horizontal (Losas + vigas)	M2	###	18	3650.00	202.78	E1L3	E2L1	E2L2	E2L3	E2L4	E2L5		E3L1	E3L2	E3L3	E3L4	E4L1	E4L2		E4L3	E5L1	E5L2	E5L3													
28	ACABADOS																																				
29	Albañilería																																				
30	Cimiento corrido	M3	1.0	18	95.00	5.28	E1L2	E1L3	E2L1	E2L2	E2L3	E2L4		E2L5	E3L1	E3L2	E3L3	E3L4	E4L1		E4L2	E4L3	E5L1	E5L2	E5L3												
31	Pase para ductos red aire comprimido	PTO	0.0	18	0.00	0.00	E1L2	E1L3	E2L1	E2L2	E2L3	E2L4		E2L5	E3L1	E3L2	E3L3	E3L4	E4L1		E4L2	E4L3	E5L1	E5L2	E5L3												
32	Sobrecimiento corrido	M3	1.0	18	25.00	1.39	E1L1	E1L2	E1L3	E2L1	E2L2	E2L3		E2L4	E2L5	E3L1	E3L2	E3L3	E3L4		E4L1	E4L2	E4L3	E5L1	E5L2	E5L3											
33	Acero de Columnetas	KG	2.0	18	5047.26	280.40	E1L1	E1L2	E1L3	E2L1	E2L2	E2L3		E2L4	E2L5	E3L1	E3L2	E3L3	E3L4		E4L1	E4L2	E4L3	E5L1	E5L2	E5L3											
34	Muro de albañilería 1er. Etapa	M2	5.0	18	500.00	27.78				E1L1	E1L2	E1L3	E2L1	E2L2	E2L3	E2L4	E2L5	E3L1	E3L2	E3L3	E3L4	E3L5		E4L1	E4L2	E4L3	E5L1	E5L2		E5L3							
35	Muro de albañilería 2da. Etapa	M2	5.0	18	500.00	27.78						E1L1	E1L2	E1L3	E1L4	E1L5	E2L1	E2L2	E2L3	E2L4	E2L5	E3L1	E3L2	E3L3	E3L4	E4L1	E4L2	E4L3	E5L1	E5L2	E5L3						
36	Acero de Viga Solera	KG	1.0	18	1780.00	98.89						E1L1	E1L2				E1L3	E2L1	E2L2	E2L3	E2L4	E2L5	E3L1	E3L2	E3L3	E3L4	E4L1	E4L2	E4L3	E5L1	E5L2	E5L3					
37	Encofrado de Columneta+Viga Solera	M2	###	18	731.00	40.61											E1L2	E1L3	E2L1	E2L2	E2L3	E2L4	E2L5	E3L1	E3L2	E3L3	E3L4	E4L1	E4L2	E4L3	E5L1	E5L2	E5L3				
38	Concreto de Columneta+Viga Solera	M3	1.0	18	38.00	2.11											E1L1	E1L2	E2L1	E2L2	E2L3	E2L4	E2L5	E3L1	E3L2	E3L3	E3L4	E4L1	E4L2	E4L3	E5L1	E5L2	E5L3				
39	Muro de albañilería 3ra. Etapa	M2	9.0	18	1000.00	55.56											E1L1	E1L2	E2L1	E2L2	E2L3	E2L4	E2L5	E3L1	E3L2	E3L3	E3L4	E4L1	E4L2	E4L3	E5L1	E5L2	E5L3				
40	Pase para bandeja de red electrica	PTO	0.0	18	0.00	0.00											E1L1	E1L2	E2L1	E2L2	E2L3	E2L4	E2L5	E3L1	E3L2	E3L3	E3L4	E4L1	E4L2	E4L3	E5L1	E5L2	E5L3				
41	Pase para ductos de red aire acondicionado	PTO	0.0	18	0.00	0.00											E1L1	E1L2	E2L1	E2L2	E2L3	E2L4	E2L5	E3L1	E3L2	E3L3	E3L4	E4L1	E4L2	E4L3	E5L1	E5L2	E5L3				
42	Pase para ductos de red de agua contra incendios	PTO	0.0	18	0.00	0.00											E1L1	E1L2	E2L1	E2L2	E2L3	E2L4	E2L5	E3L1	E3L2	E3L3	E3L4	E4L1	E4L2	E4L3	E5L1	E5L2	E5L3				
43	Acero de Columnetas	KG	2.0	18	4995.00	277.50											E1L1	E1L2	E2L1	E2L2	E2L3	E2L4	E2L5	E3L1	E3L2	E3L3		E3L4	E4L1	E4L2	E4L3	E5L1	E5L2				
44	Encofrado de Columneta	M2	5.0	18	290.00	16.11												E1L1	E1L2	E2L1	E2L2	E2L3	E2L4	E2L5	E3L1	E3L2	E3L3	E3L4	E4L1	E4L2	E4L3	E4L4	E4L5				
45	Concreto de Columneta	M3	1.0	18	25.00	1.39													E1L1	E1L2							E1L3	E2L1	E2L2	E2L3	E2L4	E2L5	E3L1	E3L2			
46	Colocacion de tubería embebida pvc redes electricas-sanit	PTO	0.0	18	0.00	0.00														E1L1							E1L2	E1L3	E2L1	E2L2	E2L3	E2L4	E2L5	E3L1			
47	Revoques y enlucidos													</																							

211

215

[illegible]

216



Tren de actividades – Línea de conducción

TREN DE ACTIVIDADES - LÍNEA DE CONDUCCIÓN						Semana 01							Semana 02							Semana 03							Semana 04							
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Und	Total Pers	Días Dij	Metrado total	Metrado por día	1 L	2 M	3 Mi	4 J	5 V	6 S	7 D	8 L	9 M	10 Mi	11 J	12 V	13 S	14 D	15 L	16 M	17 Mi	18 J	19 V	20 S	21 D	22 L	23 M	24 Mi	25 J	26 V	27 S	28 D
LÍNEA DE CONDUCCIÓN																																		
FRENTE 1																																		
1	Topografía y emplantillado	ML	1.0	33	9942.82	301.30	S01	S02	S03	S04	S05	S06		S07	S08	S09	S10	S11	S12		S13	S14	S15	S16	S17	S18		S19	S20	S21	S22	S23	S24	
2	Excavación de zanja	ML	2.0	33	9942.82	301.30		S01	S02	S03	S04	S05		S06	S07	S08	S09	S10	S11		S12	S13	S14	S15	S16	S17		S18	S19	S20	S21	S22	S23	
3	Refine de fondo de zanja	ML	3.0	33	9942.82	301.30				S01	S02			S03	S04	S05	S06	S07	S08		S09	S10	S11	S12	S13	S14		S15	S16	S17	S18	S19	S20	
4	Cama de arena h=10 cm	ML	5.0	33	9942.82	301.30					S01			S02	S03	S04	S05	S06	S07		S08	S09	S10	S11	S12	S13		S14	S15	S16	S17	S18	S19	
5	Instalación de tubería PVC D=90 mm	ML	4.0	33	9942.82	301.30								S01	S02	S03	S04	S05	S06		S07	S08	S09	S10	S11	S12		S13	S14	S15	S16	S17	S18	
6	Relleno protector h=30 cm	ML	4.0	33	9942.82	301.30									S01	S02	S03	S04	S05		S06	S07	S08	S09	S10	S11		S12	S13	S14	S15	S16	S17	
7	Prueba hidráulica a zanja abierta	GLB	1.0	33	1.00	0.03										S01	S02	S03	S04			S05	S06	S07	S08	S09	S10		S11	S12	S13	S14	S15	S16
8	Relleno superior compactado	ML	7.0	33	9942.82	301.30											S01	S02	S03			S04	S05	S06	S07	S08	S09		S10	S11	S12	S13	S14	S15
FRENTE 2																																		
9	Topografía y emplantillado	ML	1.0	33	9942.82	301.30	S01	S02	S03	S04	S05	S06		S07	S08	S09	S10	S11	S12		S13	S14	S15	S16	S17	S18		S19	S20	S21	S22	S23	S24	
10	Excavación de zanja	ML	2.0	33	9942.82	301.30		S01	S02	S03	S04	S05		S06	S07	S08	S09	S10	S11		S12	S13	S14	S15	S16	S17		S18	S19	S20	S21	S22	S23	
11	Refine de fondo de zanja	ML	3.0	33	9942.82	301.30					S01	S02		S03	S04	S05	S06	S07	S08		S09	S10	S11	S12	S13	S14		S15	S16	S17	S18	S19	S20	
12	Cama de arena h=10 cm	ML	5.0	33	9942.82	301.30						S01		S02	S03	S04	S05	S06	S07		S08	S09	S10	S11	S12	S13		S14	S15	S16	S17	S18	S19	
13	Instalación de tubería PVC D=90 mm	ML	4.0	33	9942.82	301.30								S01	S02	S03	S04	S05	S06		S07	S08	S09	S10	S11	S12		S13	S14	S15	S16	S17	S18	
14	Relleno protector h=30 cm	ML	4.0	33	9942.82	301.30								S01	S02	S03	S04	S05			S06	S07	S08	S09	S10	S11		S12	S13	S14	S15	S16	S17	
15	Prueba hidráulica a zanja abierta	GLB	1.0	33	1.00	0.03									S01	S02	S03	S04			S05	S06	S07	S08	S09	S10		S11	S12	S13	S14	S15	S16	
16	Relleno superior compactado	ML	7.0	33	9942.82	301.30										S01	S02	S03			S04	S05	S06	S07	S08	S09		S10	S11	S12	S13	S14	S15	

TREN DE ACTIVIDADES - LÍNEA DE CONDUCCIÓN						Semana 05										Semana 06										Semana 07										Semana 08									
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Und	Total Pers	Días Dij	Metrado total	Metrado por día	29 L	30 M	31 Mi	32 J	33 V	34 S	35 D	36 L	37 M	38 Mi	39 J	40 V	41 S	42 D	43 L	44 M	45 Mi	46 J	47 V	48 S	49 D	50 L	51 M	52 Mi	53 J	54 V	55 S	56 D											
	LÍNEA DE CONDUCCIÓN																																												
	FRENTE 1																																												
1	Topografía y emplantillado	ML	1.0	33	9942.82	301.30	S25	S26	S27	S28	S29	S30		S31	S32	S33																													
2	Excavación de zanja	ML	2.0	33	9942.82	301.30	S24	S25	S26	S27	S28	S29		S30	S31	S32	S33																												
3	Refine de fondo de zanja	ML	3.0	33	9942.82	301.30	S21	S22	S23	S24	S25	S26		S27	S28	S29	S30	S31	S32		S33																								
4	Cama de arena h=10 cm	ML	5.0	33	9942.82	301.30	S20	S21	S22	S23	S24	S25		S26	S27	S28	S29	S30	S31		S32	S33																							
5	Instalación de tubería PVC D=90 mm	ML	4.0	33	9942.82	301.30	S19	S20	S21	S22	S23	S24		S25	S26	S27	S28	S29	S30		S31	S32	S33																						
6	Relleno protector h=30 cm	ML	4.0	33	9942.82	301.30	S18	S19	S20	S21	S22	S23		S24	S25	S26	S27	S28	S29		S30	S31	S32	S33																					
7	Prueba hidráulica a zanja abierta	GLB	1.0	33	1.00	0.03	S17	S18	S19	S20	S21	S22		S23	S24	S25	S26	S27	S28		S29	S30	S31	S32	S33																				
8	Relleno superior compactado	ML	7.0	33	9942.82	301.30	S16	S17	S18	S19	S20	S21		S22	S23	S24	S25	S26	S27		S28	S29	S30	S31	S32	S33																			
	FRENTE 2																																												
9	Topografía y emplantillado	ML	1.0	33	9942.82	301.30	S25	S26	S27	S28	S29	S30		S31	S32	S33																													
10	Excavación de zanja	ML	2.0	33	9942.82	301.30	S24	S25	S26	S27	S28	S29		S30	S31	S32	S33																												
11	Refine de fondo de zanja	ML	3.0	33	9942.82	301.30	S21	S22	S23	S24	S25	S26		S27	S28	S29	S30	S31	S32		S33																								
12	Cama de arena h=10 cm	ML	5.0	33	9942.82	301.30	S20	S21	S22	S23	S24	S25		S26	S27	S28	S29	S30	S31		S32	S33																							
13	Instalación de tubería PVC D=90 mm	ML	4.0	33	9942.82	301.30	S19	S20	S21	S22	S23	S24		S25	S26	S27	S28	S29	S30		S31	S32	S33																						
14	Relleno protector h=30 cm	ML	4.0	33	9942.82	301.30	S18	S19	S20	S21	S22	S23		S24	S25	S26	S27	S28	S29		S30	S31	S32	S33																					
15	Prueba hidráulica a zanja abierta	GLB	1.0	33	1.00	0.03	S17	S18	S19	S20	S21	S22		S23	S24	S25	S26	S27	S28		S29	S30	S31	S32	S33																				
16	Relleno superior compactado	ML	7.0	33	9942.82	301.30	S16	S17	S18	S19	S20	S21		S22	S23	S24	S25	S26	S27		S28	S29	S30	S31	S32	S33																			

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



7.7. ANEXO 7: INDICADORES DE GESTIÓN

LOGO		DATA - CURVA S								R-GO-003-K VER. 01	
PROYECTO CLIENTE		CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO, LA JOYA, AREQUIPA EJERCITO DEL PERÚ								N° MES CIERRE	08 31/07/2017
Dia de inicio		MES 1 Dic-16	MES 2 Ene-17	MES 3 Feb-17	MES 4 Mar-17	MES 5 Abr-17	MES 6 May-17	MES 7 Jun-17	MES 8 Jul-17		
Dia final		16/12/2016	01/01/2017	01/02/2017	01/03/2017	01/04/2017	01/05/2017	01/06/2017	01/07/2017		
VALOR PLANEADO		1.51%	19.03%	43.40%	54.70%	76.02%	89.30%	95.07%	100.00%		
Avance programado (%)		1.51%	17.52%	24.37%	11.30%	21.32%	13.28%	5.77%	4.93%		
Avance programado acumulado (%)		1.51%	19.03%	43.40%	54.70%	76.02%	89.30%	95.07%	100.00%		
VALOR GANADO		1.50%	10.54%	30.99%	49.35%	75.62%	87.46%	96.08%	100.00%		
Avance ejecutado (%)		1.50%	9.04%	20.45%	18.36%	26.27%	11.85%	8.61%	3.92%		
Avance ejecutado acumulado (%)		1.50%	10.54%	30.99%	49.35%	75.62%	87.46%	96.08%	100.00%		
COSTO REAL		1.40%	13.08%	33.65%	52.00%	72.33%	82.45%	89.60%	92.59%		
Costo incurrido (%)		1.40%	11.68%	20.57%	18.35%	20.33%	10.12%	7.15%	3.00%		
Costo incurrido acumulado (%)		1.40%	13.08%	33.65%	52.00%	72.33%	82.45%	89.60%	92.59%		

Datos para la curva S

Consideraciones

1. El avance programado debe incluir: VAL BRUTA + GG. No debe incluir UTI, ni IGV.
2. El avance ejecutado debe incluir: VAL BRUTA + GG. No debe incluir los reajustes, ni amortizaciones, ni UTI, ni IGV.
3. Indicar con color amarillo las celdas con formula variada acorde a la necesidad.

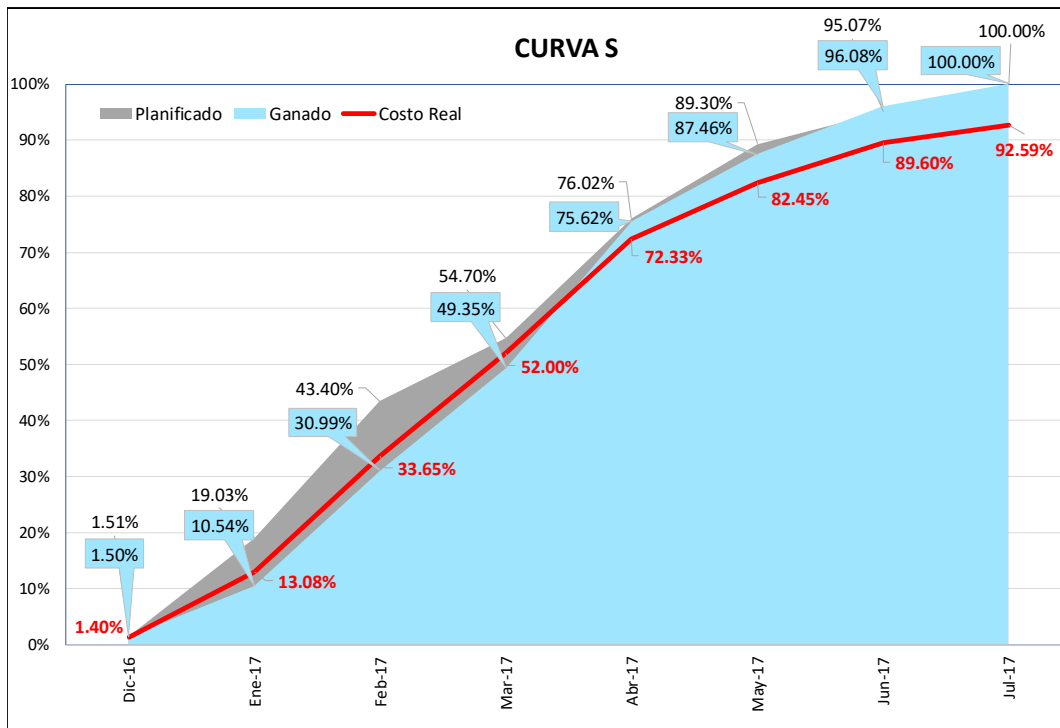
FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Curva S

LOGO	CURVA S	R-GO-003-K	
		VER. 01	

PROYECTO	CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO, LA JOYA, AREQUIPA	N° MES	08
CLIENTE	EJERCITO DEL PERÚ	CIERRE	31/07/2017



	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8
	Dic-16	Ene-17	Feb-17	Mar-17	Abr-17	May-17	Jun-17	Jul-17
VALOR PLANEADO	1.51%	19.03%	43.40%	54.70%	76.02%	89.30%	95.07%	100.00%
VALOR GANADO	1.50%	10.54%	30.99%	49.35%	75.62%	87.46%	96.08%	100.00%
COSTO REAL	1.40%	13.08%	33.65%	52.00%	72.33%	82.45%	89.60%	92.59%

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Indicadores de gestión del mes 01

LOGO	INDICADORES DE GESTIÓN	R-GO-003-K	
		VER. 01	

PROYECTO	CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO, LA JOYA, AREQUIPA	N° MES	01
CLIENTE	EJERCITO DEL PERÚ	CIERRE	31/12/2016

INDICADORES DE DESEMPEÑO

SPI: Schedule Performance Index

- Si el SPI < 1. Se está avanzando a un ritmo más lento al previsto
- Si el SPI = 1. Se está avanzando a un ritmo igual al previsto.
- Si el SPI > 1. Se está avanzando a un ritmo más rápido que lo previsto.

CPI: Cost Performance Index

- Si el CPI < 1. Los entregables están costando más de lo presupuestado.
- Si el CPI = 1. Los entregables están costando lo esperado.
- Si el CPI > 1. Los entregables están costando menos de lo presupuestado.

SV: Schedule Variance

- Si el SV < 0. Se está avanzando a un ritmo más lento al previsto.
- Si el SV = 0. Se está avanzando a un ritmo igual al previsto.
- Si el SV > 0. Se está avanzando a un ritmo más rápido que lo previsto.

CV - Cost Variance

- Si el CV < 0. Los entregables están costando más de lo presupuestado.
- Si el CV = 0. Los entregables están costando lo esperado.
- Si el CV > 0. Los entregables están costando menos de lo presupuestado.

MES DE EVALUACIÓN	
N° MES	01

PV	1.51%
EV	1.50%
AC	1.40%

INDICADORES DE DESEMPEÑO

SPI	0.997
CPI	1.072
SV	0.000
CV	0.001

ESTIMACIONES

BAC, es el costo presupuestado para el proyecto.

TCCPI, es e indicador de CPI que se debe tener en el saldo de obra para cumplir el presupuesto original.

ETC, estimado de costo para completar el proyecto.

ETC1, estimado considerando que el saldo de obra constará igual a los presupuestado.

ETC2, estimado corrigiendo el saldo de obra con el CPI actual

ETC3, estimado corrigiendoel saldo de obra con el CPI y SPI actual

EAC, proyección del costo del proyecto al finalizarlo.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Revisar el siguiente link: <http://proyectics.blogspot.com/2008/09/valor-ganado-frmulas.html>

(*) La utilidad margen no considera la utilidad comercial del proyecto, se entiende que esta última debe estar garantizada.

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Indicadores de gestión del mes 02

LOGO	INDICADORES DE GESTIÓN	R-GO-003-K	
		VER. 01	

PROYECTO	CENTRO DE MANTENIMIENTO AEREONAUTICO, LA JOYA, AREQUIPA	N° MES	02
CLIENTE	EJERCITO DEL PERÚ	CIERRE	31/01/2017

INDICADORES DE DESEMPEÑO

SPI: Schedule Performance Index

- Si el SPI < 1. Se está avanzando a un ritmo más lento al previsto
- Si el SPI = 1. Se está avanzando a un ritmo igual al previsto.
- Si el SPI > 1. Se está avanzando a un ritmo más rápido que lo previsto.

CPI: Cost Performance Index

- Si el CPI < 1. Los entregables están costando más de lo presupuestado.
- Si el CPI = 1. Los entregables están costando lo esperado.
- Si el CPI > 1. Los entregables están costando menos de lo presupuestado.

SV: Schedule Variance

- Si el SV < 0. Se está avanzando a un ritmo más lento al previsto.
- Si el SV = 0. Se está avanzando a un ritmo igual al previsto.
- Si el SV > 0. Se está avanzando a un ritmo más rápido que lo previsto.

CV - Cost Variance

- Si el CV < 0. Los entregables están costando más de lo presupuestado.
- Si el CV = 0. Los entregables están costando lo esperado.
- Si el CV > 0. Los entregables están costando menos de lo presupuestado.

MES DE EVALUACIÓN	
N° MES	02

PV	19.03%
EV	10.54%
AC	13.08%

INDICADORES DE DESEMPEÑO

SPI	0.554
CPI	0.806
SV	-0.085
CV	-0.025

ESTIMACIONES

BAC, es el costo presupuestado para el proyecto.

TCCPI, es e indicador de CPI que se debe tener en el saldo de obra para cumplir el presupuesto original.

ETC, estimado de costo para completar el proyecto.

ETC1, estimado considerando que el saldo de obra constará igual a los presupuestado.

ETC2, estimado corrigiendo el saldo de obra con el CPI actual

ETC3, estimado corrigiendoel saldo de obra con el CPI y SPI actual

EAC, proyección del costo del proyecto al finalizarlo.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Revisar el siguiente link: <http://proyectics.blogspot.com/2008/09/valor-ganado-frmulas.html>

(*) La utilidad margen no considera la utilidad comercial del proyecto, se entiende que esta última debe estar garantizada.

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Indicadores de gestión del mes 03

LOGO	INDICADORES DE GESTIÓN	R-GO-003-K	
		VER. 01	

PROYECTO	CENTRO DE MANTENIMIENTO AEREONAUTICO, LA JOYA, AREQUIPA	N° MES	03
CLIENTE	EJERCITO DEL PERÚ	CIERRE	28/02/2017

INDICADORES DE DESEMPEÑO

SPI: Schedule Performance Index

- Si el SPI < 1. Se está avanzando a un ritmo más lento al previsto
- Si el SPI = 1. Se está avanzando a un ritmo igual al previsto.
- Si el SPI > 1. Se está avanzando a un ritmo más rápido que lo previsto.

CPI: Cost Performance Index

- Si el CPI < 1. Los entregables están costando más de lo presupuestado.
- Si el CPI = 1. Los entregables están costando lo esperado.
- Si el CPI > 1. Los entregables están costando menos de lo presupuestado.

SV: Schedule Variance

- Si el SV < 0. Se está avanzando a un ritmo más lento al previsto.
- Si el SV = 0. Se está avanzando a un ritmo igual al previsto.
- Si el SV > 0. Se está avanzando a un ritmo más rápido que lo previsto.

CV - Cost Variance

- Si el CV < 0. Los entregables están costando más de lo presupuestado.
- Si el CV = 0. Los entregables están costando lo esperado.
- Si el CV > 0. Los entregables están costando menos de lo presupuestado.

MES DE EVALUACIÓN	
N° MES	03

PV	43.40%
EV	30.99%
AC	33.65%

INDICADORES DE DESEMPEÑO

SPI	0.714
CPI	0.921
SV	-0.124
CV	-0.027

ESTIMACIONES

BAC, es el costo presupuestado para el proyecto.

TCCPI, es e indicador de CPI que se debe tener en el saldo de obra para cumplir el presupuesto original.

ETC, estimado de costo para completar el proyecto.

ETC1, estimado considerando que el saldo de obra constará igual a los presupuestado.

ETC2, estimado corrigiendo el saldo de obra con el CPI actual

ETC3, estimado corrigiendoel saldo de obra con el CPI y SPI actual

EAC, proyección del costo del proyecto al finalizarlo.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Revisar el siguiente link: <http://proyectics.blogspot.com/2008/09/valor-ganado-frmulas.html>

(*) La utilidad margen no considera la utilidad comercial del proyecto, se entiende que esta última debe estar garantizada.

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Indicadores de gestión del mes 04

LOGO	INDICADORES DE GESTIÓN	R-GO-003-K	
		VER. 01	

PROYECTO	CENTRO DE MANTENIMIENTO AEREONAUTICO, LA JOYA, AREQUIPA	N° MES	04
CLIENTE	EJERCITO DEL PERÚ	CIERRE	31/03/2017

INDICADORES DE DESEMPEÑO

SPI: Schedule Performance Index

- Si el SPI < 1. Se está avanzando a un ritmo más lento al previsto
- Si el SPI = 1. Se está avanzando a un ritmo igual al previsto.
- Si el SPI > 1. Se está avanzando a un ritmo más rápido que lo previsto.

CPI: Cost Performance Index

- Si el CPI < 1. Los entregables están costando más de lo presupuestado.
- Si el CPI = 1. Los entregables están costando lo esperado.
- Si el CPI > 1. Los entregables están costando menos de lo presupuestado.

SV: Schedule Variance

- Si el SV < 0. Se está avanzando a un ritmo más lento al previsto.
- Si el SV = 0. Se está avanzando a un ritmo igual al previsto.
- Si el SV > 0. Se está avanzando a un ritmo más rápido que lo previsto.

CV - Cost Variance

- Si el CV < 0. Los entregables están costando más de lo presupuestado.
- Si el CV = 0. Los entregables están costando lo esperado.
- Si el CV > 0. Los entregables están costando menos de lo presupuestado.

MES DE EVALUACIÓN	
N° MES	04

PV	54.70%
EV	49.35%
AC	52.00%

INDICADORES DE DESEMPEÑO	
--------------------------	--

SPI	0.902
CPI	0.949
SV	-0.054
CV	-0.027

ESTIMACIONES

BAC, es el costo presupuestado para el proyecto.

TCCPI, es e indicador de CPI que se debe tener en el saldo de obra para cumplir el presupuesto original.

ETC, estimado de costo para completar el proyecto.

ETC1, estimado considerando que el saldo de obra constará igual a los presupuestado.

ETC2, estimado corrigiendo el saldo de obra con el CPI actual

ETC3, estimado corrigiendo el saldo de obra con el CPI y SPI actual

EAC, proyección del costo del proyecto al finalizarlo.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Revisar el siguiente link: <http://proyectics.blogspot.com/2008/09/valor-ganado-formulas.html>

(*) La utilidad margen no considera la utilidad comercial del proyecto, se entiende que esta última debe estar garantizada.

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Indicadores de gestión del mes 05

LOGO	INDICADORES DE GESTIÓN	R-GO-003-K	
		VER. 01	

PROYECTO	CENTRO DE MANTENIMIENTO AEREONAUTICO, LA JOYA, AREQUIPA	N° MES	05
CLIENTE	EJERCITO DEL PERÚ	CIERRE	30/04/2017

INDICADORES DE DESEMPEÑO

SPI: Schedule Performance Index

- Si el SPI < 1. Se está avanzando a un ritmo más lento al previsto
- Si el SPI = 1. Se está avanzando a un ritmo igual al previsto.
- Si el SPI > 1. Se está avanzando a un ritmo más rápido que lo previsto.

CPI: Cost Performance Index

- Si el CPI < 1. Los entregables están costando más de lo presupuestado.
- Si el CPI = 1. Los entregables están costando lo esperado.
- Si el CPI > 1. Los entregables están costando menos de lo presupuestado.

SV: Schedule Variance

- Si el SV < 0. Se está avanzando a un ritmo más lento al previsto.
- Si el SV = 0. Se está avanzando a un ritmo igual al previsto.
- Si el SV > 0. Se está avanzando a un ritmo más rápido que lo previsto.

CV - Cost Variance

- Si el CV < 0. Los entregables están costando más de lo presupuestado.
- Si el CV = 0. Los entregables están costando lo esperado.
- Si el CV > 0. Los entregables están costando menos de lo presupuestado.

MES DE EVALUACIÓN	
N° MES	05

PV	76.02%
EV	75.62%
AC	72.33%

INDICADORES DE DESEMPEÑO

SPI	0.995
CPI	1.045
SV	-0.004
CV	0.033

ESTIMACIONES

BAC, es el costo presupuestado para el proyecto.

TCCPI, es e indicador de CPI que se debe tener en el saldo de obra para cumplir el presupuesto original.

ETC, estimado de costo para completar el proyecto.

ETC1, estimado considerando que el saldo de obra constará igual a los presupuestado.

ETC2, estimado corrigiendo el saldo de obra con el CPI actual

ETC3, estimado corrigiendo el saldo de obra con el CPI y SPI actual

EAC, proyección del costo del proyecto al finalizarlo.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Revisar el siguiente link: <http://proyectics.blogspot.com/2008/09/valor-ganado-frmulas.html>

(*) La utilidad margen no considera la utilidad comercial del proyecto, se entiende que esta última debe estar garantizada.

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Indicadores de gestión del mes 06

LOGO	INDICADORES DE GESTIÓN	R-GO-003-K	
		VER. 01	

PROYECTO	CENTRO DE MANTENIMIENTO AEREONAUTICO, LA JOYA, AREQUIPA	N° MES	06
CLIENTE	EJERCITO DEL PERÚ	CIERRE	31/05/2017

INDICADORES DE DESEMPEÑO

SPI: Schedule Performance Index

- Si el SPI < 1. Se está avanzando a un ritmo más lento al previsto
- Si el SPI = 1. Se está avanzando a un ritmo igual al previsto.
- Si el SPI > 1. Se está avanzando a un ritmo más rápido que lo previsto.

CPI: Cost Performance Index

- Si el CPI < 1. Los entregables están costando más de lo presupuestado.
- Si el CPI = 1. Los entregables están costando lo esperado.
- Si el CPI > 1. Los entregables están costando menos de lo presupuestado.

SV: Schedule Variance

- Si el SV < 0. Se está avanzando a un ritmo más lento al previsto.
- Si el SV = 0. Se está avanzando a un ritmo igual al previsto.
- Si el SV > 0. Se está avanzando a un ritmo más rápido que lo previsto.

CV - Cost Variance

- Si el CV < 0. Los entregables están costando más de lo presupuestado.
- Si el CV = 0. Los entregables están costando lo esperado.
- Si el CV > 0. Los entregables están costando menos de lo presupuestado.

MES DE EVALUACIÓN	
N° MES	06

PV	89.30%
EV	87.46%
AC	82.45%

INDICADORES DE DESEMPEÑO

SPI	0.979
CPI	1.061
SV	-0.018
CV	0.050

ESTIMACIONES

BAC, es el costo presupuestado para el proyecto.

TCCPI, es e indicador de CPI que se debe tener en el saldo de obra para cumplir el presupuesto original.

ETC, estimado de costo para completar el proyecto.

ETC1, estimado considerando que el saldo de obra constará igual a los presupuestado.

ETC2, estimado corrigiendo el saldo de obra con el CPI actual

ETC3, estimado corrigiendo el saldo de obra con el CPI y SPI actual

EAC, proyección del costo del proyecto al finalizarlo.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Revisar el siguiente link: <http://proyectics.blogspot.com/2008/09/valor-ganado-frmulas.html>

(*) La utilidad margen no considera la utilidad comercial del proyecto, se entiende que esta última debe estar garantizada.

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Indicadores de gestión del mes 07

LOGO	INDICADORES DE GESTIÓN	R-GO-003-K	
		VER. 01	

PROYECTO	CENTRO DE MANTENIMIENTO AEREONAUTICO, LA JOYA, AREQUIPA	N° MES	07
CLIENTE	EJERCITO DEL PERÚ	CIERRE	30/06/2017

INDICADORES DE DESEMPEÑO

SPI: Schedule Performance Index

- Si el $SPI < 1$. Se está avanzando a un ritmo más lento al previsto
- Si el $SPI = 1$. Se está avanzando a un ritmo igual al previsto.
- Si el $SPI > 1$. Se está avanzando a un ritmo más rápido que lo previsto.

CPI: Cost Performance Index

- Si el $CPI < 1$. Los entregables están costando más de lo presupuestado.
- Si el $CPI = 1$. Los entregables están costando lo esperado.
- Si el $CPI > 1$. Los entregables están costando menos de lo presupuestado.

SV: Schedule Variance

- Si el $SV < 0$. Se está avanzando a un ritmo más lento al previsto.
- Si el $SV = 0$. Se está avanzando a un ritmo igual al previsto.
- Si el $SV > 0$. Se está avanzando a un ritmo más rápido que lo previsto.

CV - Cost Variance

- Si el $CV < 0$. Los entregables están costando más de lo presupuestado.
- Si el $CV = 0$. Los entregables están costando lo esperado.
- Si el $CV > 0$. Los entregables están costando menos de lo presupuestado.

MES DE EVALUACIÓN	
N° MES	07

PV	95.07%
EV	96.08%
AC	89.60%

INDICADORES DE DESEMPEÑO

SPI	1.011
CPI	1.072
SV	0.010
CV	0.065

ESTIMACIONES

BAC, es el costo presupuestado para el proyecto.

TCCPI, es e indicador de CPI que se debe tener en el saldo de obra para cumplir el presupuesto original.

ETC, estimado de costo para completar el proyecto.

ETC1, estimado considerando que el saldo de obra constará igual a los presupuestado.

ETC2, estimado corrigiendo el saldo de obra con el CPI actual

ETC3, estimado corrigiendoel saldo de obra con el CPI y SPI actual

EAC, proyección del costo del proyecto al finalizarlo.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Revisar el siguiente link: <http://proyectics.blogspot.com/2008/09/valor-ganado-frmulas.html>

(*) La utilidad margen no considera la utilidad comercial del proyecto, se entiende que esta última debe estar garantizada.

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Indicadores de gestión del mes 08

LOGO	INDICADORES DE GESTIÓN	R-GO-003-K	
		VER. 01	

PROYECTO	CENTRO DE MANTENIMIENTO AEREONAUTICO, LA JOYA, AREQUIPA	N° MES	08
CLIENTE	EJERCITO DEL PERÚ	CIERRE	31/07/2017

INDICADORES DE DESEMPEÑO

SPI: Schedule Performance Index

- Si el SPI < 1. Se está avanzando a un ritmo más lento al previsto
- Si el SPI = 1. Se está avanzando a un ritmo igual al previsto.
- Si el SPI > 1. Se está avanzando a un ritmo más rápido que lo previsto.

CPI: Cost Performance Index

- Si el CPI < 1. Los entregables están costando más de lo presupuestado.
- Si el CPI = 1. Los entregables están costando lo esperado.
- Si el CPI > 1. Los entregables están costando menos de lo presupuestado.

SV: Schedule Variance

- Si el SV < 0. Se está avanzando a un ritmo más lento al previsto.
- Si el SV = 0. Se está avanzando a un ritmo igual al previsto.
- Si el SV > 0. Se está avanzando a un ritmo más rápido que lo previsto.

CV - Cost Variance

- Si el CV < 0. Los entregables están costando más de lo presupuestado.
- Si el CV = 0. Los entregables están costando lo esperado.
- Si el CV > 0. Los entregables están costando menos de lo presupuestado.

MES DE EVALUACIÓN	
N° MES	08

PV	100.00%
EV	100.00%
AC	92.59%

INDICADORES DE DESEMPEÑO

SPI	1.000
CPI	1.080
SV	0.000
CV	0.074

ESTIMACIONES

BAC, es el costo presupuestado para el proyecto.

TCCPI, es e indicador de CPI que se debe tener en el saldo de obra para cumplir el presupuesto original.

ETC, estimado de costo para completar el proyecto.

ETC1, estimado considerando que el saldo de obra constará igual a los presupuestado.

ETC2, estimado corrigiendo el saldo de obra con el CPI actual

ETC3, estimado corrigiendoel saldo de obra con el CPI y SPI actual

EAC, proyección del costo del proyecto al finalizarlo.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Revisar el siguiente link: <http://proyectics.blogspot.com/2008/09/valor-ganado-frmulas.html>

(*) La utilidad margen no considera la utilidad comercial del proyecto, se entiende que esta última debe estar garantizada.

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



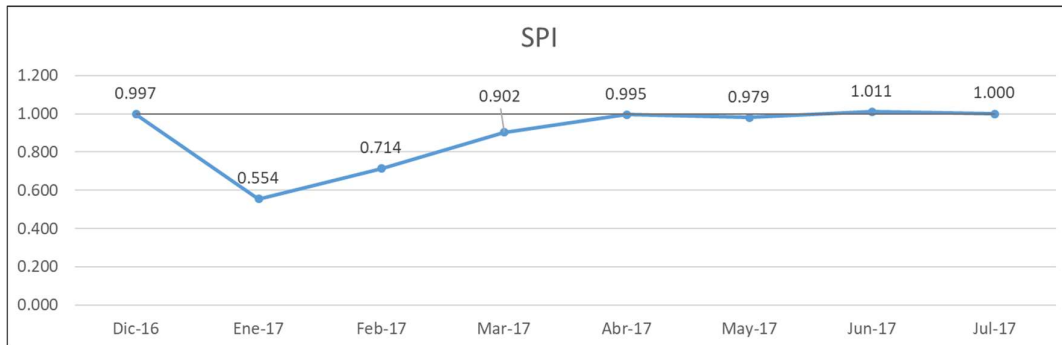
Histórico de los indicadores de gestión

LOGO		HISTORICO DE INDICADORES DE GESTIÓN										R-GO-003-K VER. 01	
PROYECTO	CLIENTE	CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO, LA JOYA, AREQUIPA										N° MES	08
		EJERCITO DEL PERÚ										CIERRE	31/07/2017
BAC		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ene-00	Ene-00	Ene-00	Ene-00	Ene-00	Ene-00	Ene-00	Ene-00	Ene-00	Ene-00	Ene-00	Ene-00
S/13,270,083.54		16/12/2016	01/01/2017	01/02/2017	01/03/2017	01/04/2017	01/05/2017	01/06/2017	01/07/2017	01/08/2017	01/09/2017	01/10/2017	01/11/2017
		31/12/2016	31/01/2017	28/02/2017	31/03/2017	30/04/2017	31/05/2017	30/06/2017	31/07/2017	31/08/2017	30/09/2017	31/10/2017	31/11/2017
SITUACIÓN DEL MES													
SV		1.51%	19.03%	43.40%	54.70%	76.02%	89.30%	95.07%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
EV		1.50%	10.54%	30.99%	49.35%	75.62%	87.46%	96.08%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
AC		1.40%	13.08%	33.65%	52.00%	72.33%	82.45%	89.60%	92.59%	92.59%	92.59%	92.59%	92.59%
INDICADORES DE DESEMPEÑO													
SPI		0.997	0.554	0.714	0.902	0.995	0.979	1.011	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
CPI		1.072	0.806	0.921	0.949	1.045	1.061	1.072	1.080	1.080	1.080	1.080	1.080
ESTIMACIONES DEL PROYECTO													
SIMULACIÓN 1													
ETC		98%	89%	69%	51%	24%	13%	4%	0%	0%	0%	0%	0%
EAC		100%	103%	103%	103%	97%	95%	94%	93%	93%	93%	93%	93%
UTI. MAR.		0%	-3%	-3%	-3%	3%	5%	6%	7%	7%	7%	7%	7%

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

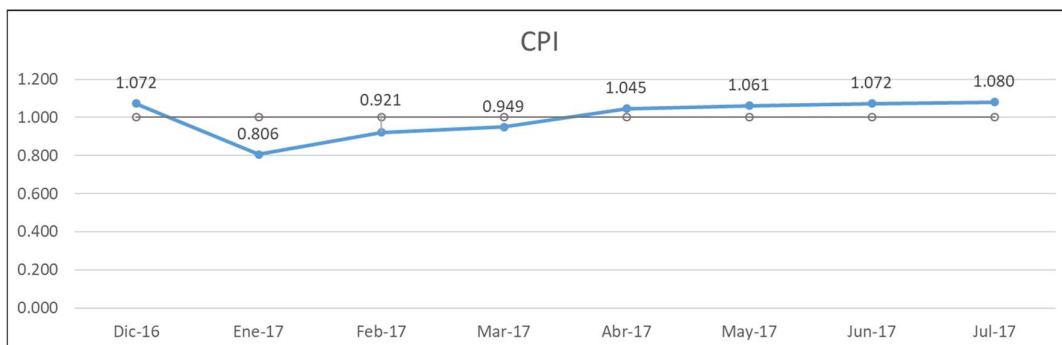


Histórico del indicador de performance y varianza del cronograma



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

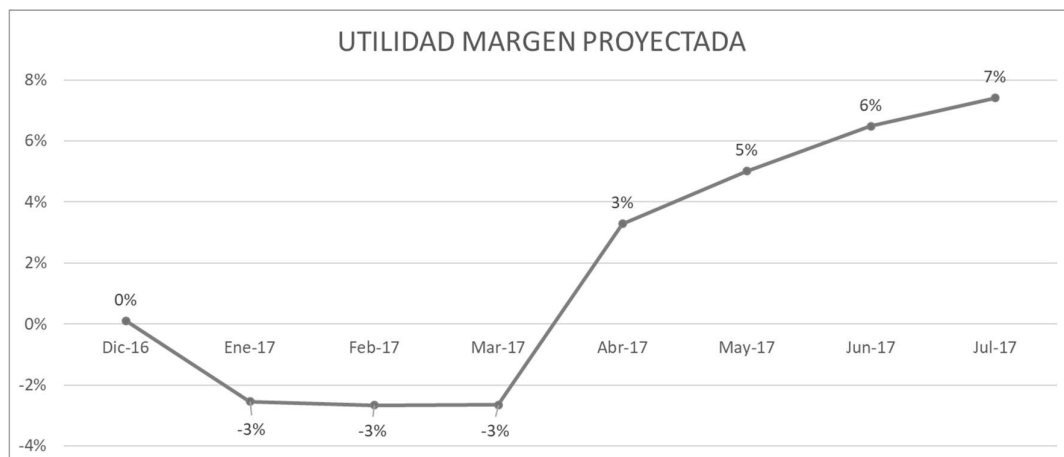
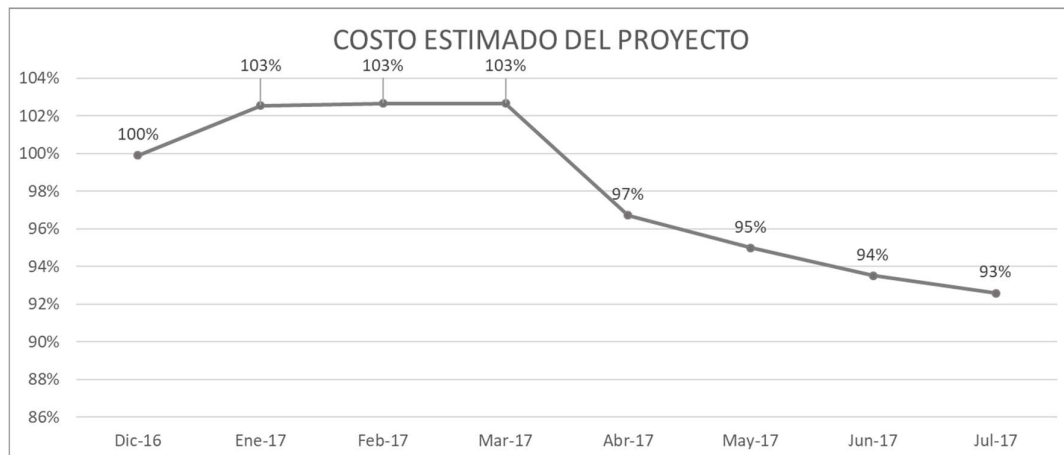
Histórico del indicador de performance y varianza del presupuesto



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Histórico de las proyecciones de costo total del proyecto y margen



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



7.8. ANEXO 8: INDICADORES DE CALIDAD

Datos del registro de las no conformidades internas y externas

N°	TIPO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	SECTOR	ZONA	ESPECIALIDAD	FECHA DE NC	FECHA DE REPORTE	REPORTADO POR	EVALUADO POR	SOLUCIÓN IMPLEMENTADA
1	Externa	PNC-001-2017-PR-CEMAE	Viga de cimentación expuesta	Mantenimiento	Hangar ruso	Concreto	11/01/2017	13/01/2017	Paulo Condori	Renzo Rosado	Picado de viga, colocación de puente de adherencia Sikadur 32 y vaciado concreto fc 280 nuevo
2	Externa	PNC-002-2017-PR-CEMAE	Presencia de segregaciones en placas y columnas	Mantenimiento	Hangar ruso	Concreto	19/01/2017	19/01/2017	Paulo Condori	Renzo Rosado	Se reparará el concreto, se utilizará esponja para las aristas de los encofrados, la colocará yeso en la base de los encofrados, se utilizará una manguera mas larga y se dará una capacitación a los trabajadores
3	Externa	PNC-003-2017-PR-CEMAE	Desfase de 50 cm de placa	Mantenimiento	Hangar ruso	Concreto	19/01/2017	19/01/2017	Paulo Condori	Renzo Rosado	Picado de placa, eliminación y colocación de varillas de acero, colocación de resina epoxica para reparaciones
4	Externa	RNC.160600.004.17	Tuberías dobladas por calentamiento	Mantenimiento	Hangar ruso	IISS	10/03/2017	10/03/2017	Yessica Arroyo	Paola Pacheco	Retiro de tuberías calentadas, colocación de nueva tubería y accesorios (codos)
6	Externa	RNC.160600.006.17	Hueco en la losa de concreto por re-ubicación de tubería de ventilación desagüe	Mantenimiento	Hangar ruso	Concreto	16/03/2017	16/03/2017	Yessica Arroyo	Paola Pacheco	Vaciado de concreto en el hueco
10	Externa	RNC.160600.010.17	Tramos de tubería de agua y desague con huecos y roturas	Mantenimiento	Hangar ruso	IISS	11/05/2017	11/05/2017	Leonardo Osorio	Paola Pacheco	Cambio de tubería y prueba de estanqueidad
12	Externa	RNC.160600.012.17	Buzones de comunicación con grietas, sucios y con mal acabado	Mantenimiento	Hangar peruano	Concreto	02/06/2017	02/06/2017	Victor Lovera	Paola Pacheco	Picado de la zona afectada, colocación del puente adherente Sikadur 32, vaciado de concreto nuevo
13	Externa	RNC.160600.013.17	Ubicación incorrecta de la tubería de agua	Mantenimiento	Cisterna	IISS	30/06/2017	30/06/2017	Leonardo Osorio	Paola Pacheco	Reubicación de la tubería al lugar señalado por el plano
1	Interna	PNC-001-2017-PR-CEMAE INT	Incorrecta forma de almacenar el acero	Mantenimiento	General	Acero	10/01/2017	10/01/2017	Renzo Rosado	Renzo Rosado	Colocación del acero en parihuelas de altura min de 30 cm, sobre plástico, en un lugar cerrado y libre de grasas y polvo.
2	Interna	PNC-002-2017-PR-CEMAE	Las alturas de los solados de 2 zapatas continuas difieren de 5 cm, esto afectará a la altura final de la zapata	Mantenimiento	Hangar peruano	Solado	16/01/2017	16/01/2017	Renzo Rosado	Renzo Rosado	Verificación de niveles y corrección del mismo en los solados
3	Interna	PNC-003-2017-PR-CEMAE	Desencofrado de la placa de asensor S02-01-B5-PL-04 el mismo día de su vaciado	Mantenimiento	Hangar ruso	Concreto	03/02/2017	03/02/2017	Renzo Rosado	Renzo Rosado	Colocación inmediata del encofrado y capacitación al personal.
4	Interna	PNC-004-2017-PR-CEMAE	Retardo en el proceso de fragua de zapata en el eje AR / 4R y viga continua	Mantenimiento	General	Concreto	04/02/2017	04/02/2017	Paulo Condori	Renzo Rosado	Se realizó un informe al proveedor de concreto, quien reparo sus mangueras y dosificadores de aditivos en planta.
5	Interna	PNC-005-2017-PR-CEMAE	Rotura de la viga de cimentación por mal procedimiento constructivo en el picado para tubería	Mantenimiento	Torre de contro	Concreto	09/06/2017	09/06/2017	Renzo Rosado	Renzo Rosado	Se reparo la estructura dañada
6	Interna	PNC-006-2017-PR-CEMAE	Tarrajeo no uniforme en diferentes ambientes	Mantenimiento	Taller	Tarrajeo	10/06/2017	10/06/2017	Fredy Moya	Renzo Rosado	Se realizo las correcciones del tarrajeo para dejarlo a nivel y uniforme
7	Interna	PNC-007-2017-PR-CEMAE	Presencia de fisuras en la losa maciza del Hangar Peruano entre los ejes EP/GP-15P/17P y en el segundo nivel de la torre de control entre los ejes 18P/20P-KP/LP	Mantenimiento	Torre de contro	Concreto	29/06/2017	29/06/2017	Uriel Charaja	Fredy Moya	Se reparo las fisuras de las losas



Histórico de las no conformidades internas y externas

NÚMERO DE NO CONFORMIDADES DEL PROYECTO

Etiquetas de fila suma de CONTEO

Ene	5
Feb	2
Mar	2
Abr	0
May	1
Jun	5
Jul	0
Total general	15



TIPO

Externa

Interna

FECHA DE NC

Ene - Jul 2017

MESES

2017

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Histórico de las no conformidades externas

NÚMERO DE NO CONFORMIDADES DEL PROYECTO

Etiquetas de fila	Suma de CONTEO
Ene	3
Feb	0
Mar	2
Abr	0
May	1
Jun	2
Jul	0
Total general	8



TIPO

Externa

Interna

FECHA DE NC

Ene - Jul 2017

2017

ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SET OCT NOV DIC

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Histórico de las no conformidades internas

NÚMERO DE NO CONFORMIDADES DEL PROYECTO

Etiquetas de fila suma de CONTEO

Ene	2
Feb	2
Mar	0
Abr	0
May	0
Jun	3
Jul	0
Total general	7



TIPO

Externa

Interna

FECHA DE NC

Ene - Jul 2017 MESES ▾

2017

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



7.9. ANEXO 9: INDICADORES DE SEGURIDAD

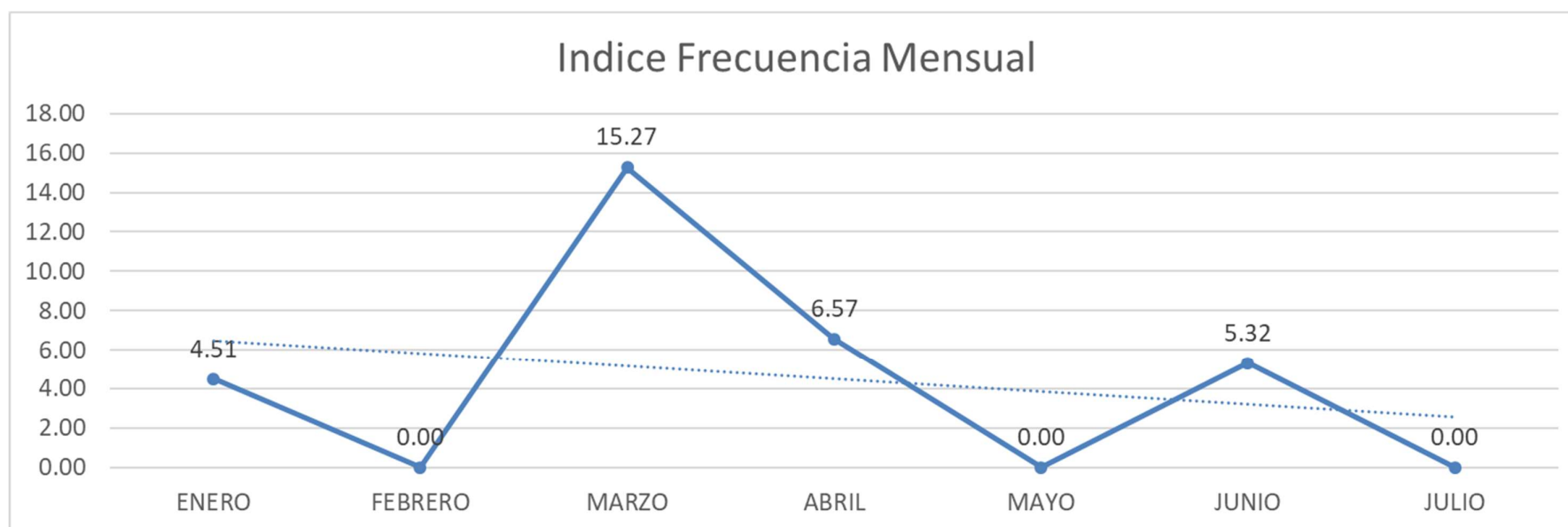
Datos del resumen estadístico mensual de seguridad y medio ambiente

LOGO			RESUMEN ESTADÍSTICO MENSUAL DE SEGURIDAD Y AMBIENTE																												
Proyecto :			CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO DEL EJERCITO - CEMAE LA JOYA																												
Año			2017																												
MES	N° de Trabajadores Acumulado	H-H trabajadas	H-H trabajadas acu	Accidentes con Lesiones Personales					Accidente Daño a la Propiedad			SUMA	Días Perdidos	Días Perdidos ACU	IF m	IF a	IG m	IG a	IA	Enfermedades Ocupacionales		H-H Capacidades Acumuladas	Particip antes Capacit ación	Indice de Capacit ación	Factor de Capacit ación	Reporte de Observación Preventiva					
				AP	AA	AM	AT	PF	CA	AV	AO									AA	Enf. Ocup					T Incidencia	AS	CS	IN	AC	AE
ENERO	350.00	44345	44345	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	4.51	4.51	0	0	0	0	0	1897	350	42.77	5.42	26	43	0	0	0
FEBRERO	420.00	104378	148723	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.00	1.34	0	0	0	0	0	965	420	9.25	2.30	20	30	0	0	0
MARZO	672.00	130933	279656	3	4	2	0	1	0	0	0	10	11	12	12	15.27	7.87	18	9	0	0	0	2845	672	21.73	4.23	39	35	0	0	0
ABRIL	742.00	152270	431926	2	3	0	0	0	0	0	0	5	16	0	12	6.57	7.41	0	6	0	0	0	4188	742	27.50	5.64	28	32	0	0	0
MAYO	867.00	178172	610098	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	12	0.00	5.25	0	4	0	0	0	4846	867	27.20	5.59	38	57	0	0	0
JUNIO	721.00	150312	760410	0	0	2	1	1	0	0	0	4	20	6020	6032	5.32	5.26	8010	1587	42	0	0	5231	721	34.80	7.26	34	39	0	0	0
JULIO	469.00	146082	906492	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	6032	0.00	4.41	0	1331	29	0	0	3941	469	26.98	8.40	36	39	0	0	0
Total	4,241	906,492		5	8	4	1	2	0	0	0	20		6,032		4.41		1,331		72	0	0	23,913	4,241	190	39	221	275	0	0	0

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



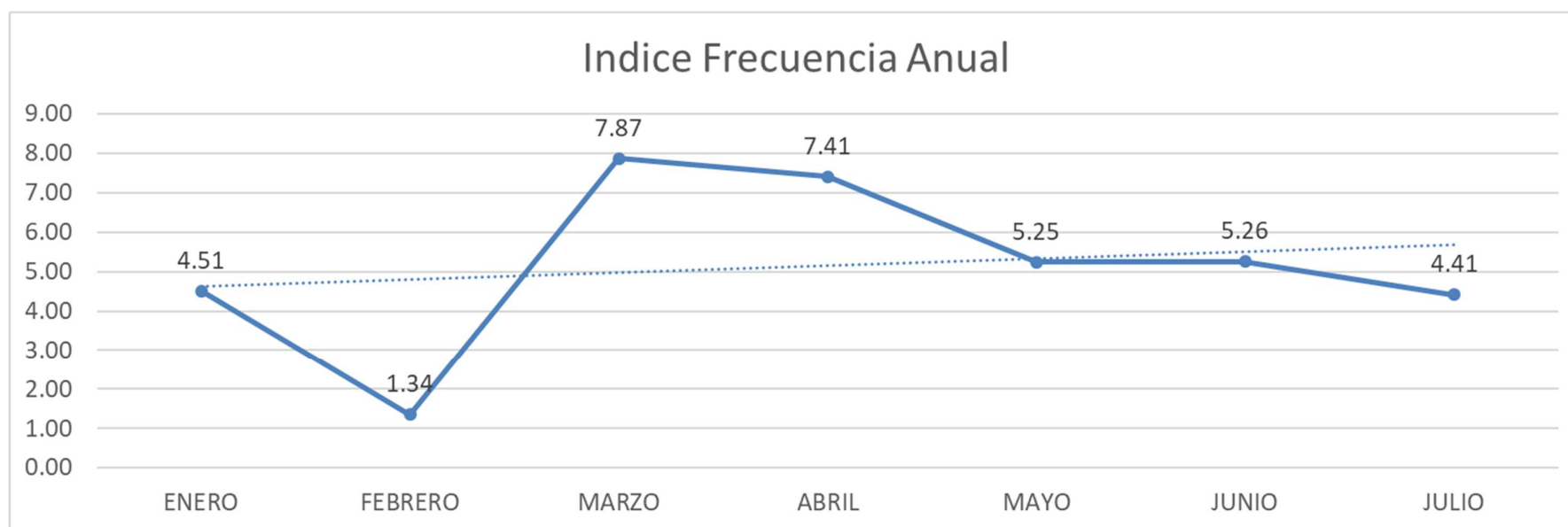
Índice de frecuencia mensual



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



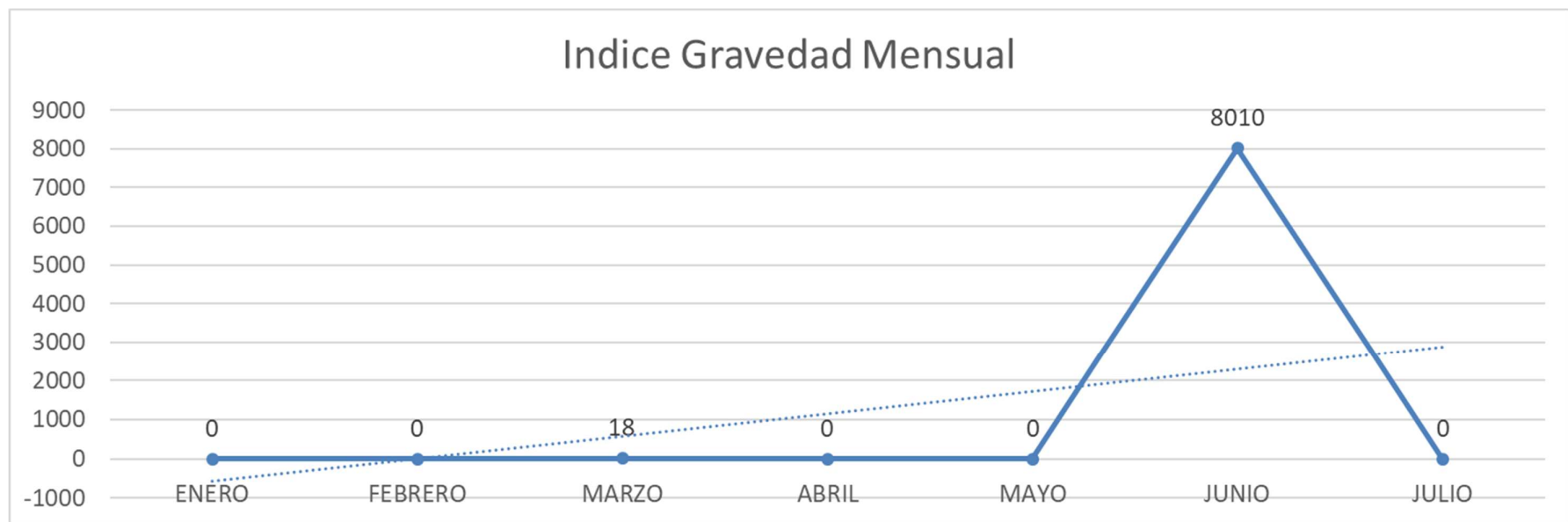
Índice de frecuencia acumulada anual



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



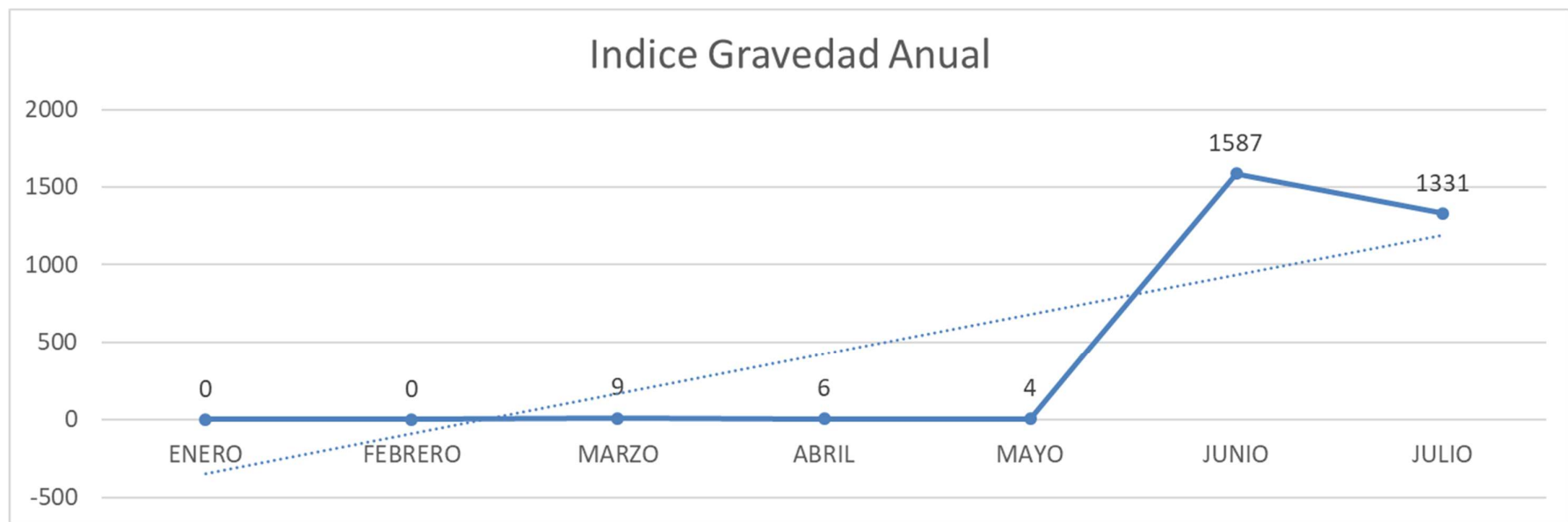
Índice de gravedad mensual



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



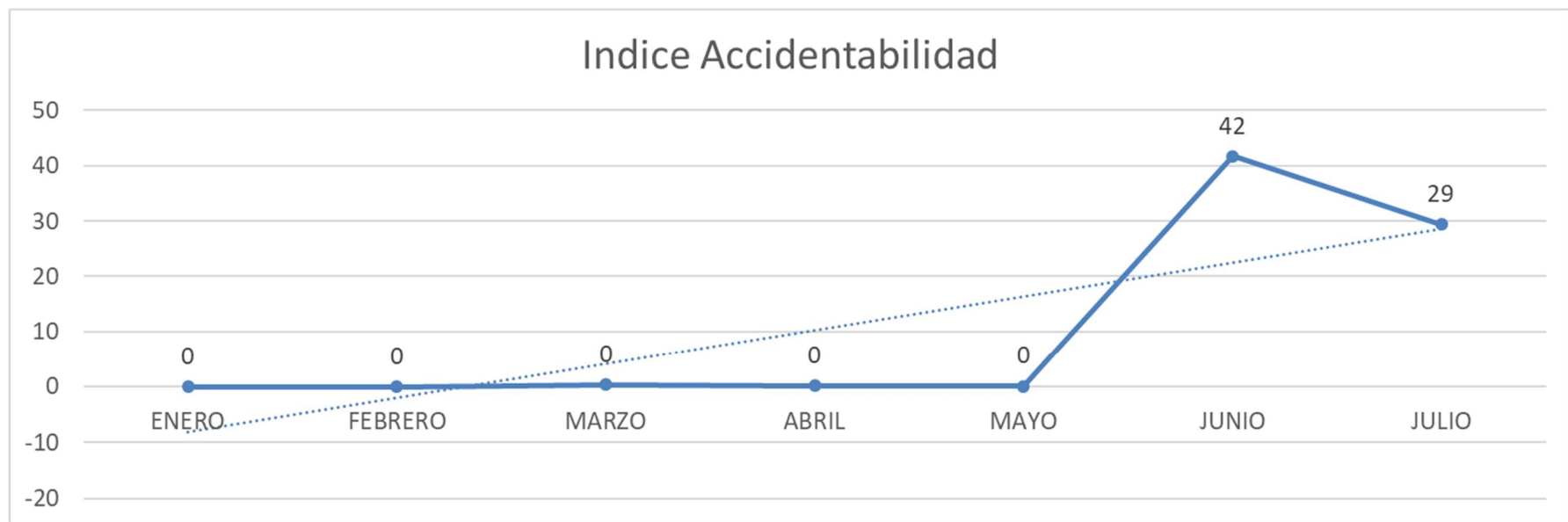
Índice de gravedad acumulada anual



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Índice de accidentabilidad



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



7.10. ANEXO 10: REGISTRO DE CAPACITACIONES

Registro de capacitación 01

LOGO	REGISTRO DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO	R-SSO-009-A
		VER. 01

1. DATOS DEL EMPLEADOR					
RAZÓN SOCIAL		RUC		ACTIVIDAD ECONOMICA	
MARQUISA S.A.C.		20134676508		CONSTRUCCIÓN	
2. DATOS DEL PROYECTO					
NOMBRE DEL PROYECTO					N° DE COLABORADORES
CENAE					13
3. DATOS DE LA CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO					
NOMBRE DEL CAPACITADOR		INICIO	FIN	H/C	TIPO
ERICK ANTHONY QUITONEZ PABLO		10:00 AM	12:00 MD	2H	Entrenamiento <input checked="" type="checkbox"/>
FIRMA		FECHA:			Reunión Diaria
		15/02/17			Reunión Integral
TEMAS TRATADOS					Procedimientos
1 FILOSOFÍA Y PRINCIPIOS DEL LEAN CONSTRUCTION					Inducción Social
2					
4. PARTICIPANTES A LA CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO					
N°	NOMBRE Y APELLIDO	CATEGORIA	DNI	FIRMA	
1	Frederic Xavier Moya M.	Calidad	46268912		
2	Jhonatan, Diego Loatza Cahuza	Producción	46566651		
3	Virel Ramiro Chango Z.	Producción	45285344		
4	Ruben Vivas M.	Almacen	43191306		
5	Mario Vilca F.	admin.	29553867		
6	ALONSO INATA CRUZ	CALIDAD	41670793		
7	Daniela Quintanilla	STAFF	46937709		
8	Doracilio Honorio Loma Quipe	Seguridad	73903456		
9	JIMMY GAEI JARA TURPO	O.T.	45864244		
10	PAULO CESAR CONDOREI CHANI	PRODUCCIÓN	41776241		
11	Alejandra Marquina Cornejo	Operaciones	43703968		
12	Victor Alejandro Sanchez Segovia	Seguridad	43811192		
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Registro de capacitación 02

LOGO	REGISTRO DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO	R-SSO-009-A
		VER. 01

1. DATOS DEL EMPLEADOR					
RAZÓN SOCIAL		RUC		ACTIVIDAD ECONOMICA	
MARQUISA S.A.C.		20134676508		CONSTRUCCIÓN	
2. DATOS DEL PROYECTO					
NOMBRE DEL PROYECTO				N° DE COLABORADORES	
CEMAE				14	
3. DATOS DE LA CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO					
NOMBRE DEL CAPACITADOR		INICIO	FIN	H/C	TIPO
ERIC ANTHONY GUTIERREZ PABLO		11:00 AM	12:15 PM	1h 15min	Entrenamiento
FIRMA:		FECHA: 20/02/17			Reunión Diaria
					Reunión Integral
					Procedimientos
					Inducción Social
TEMAS TRATADOS					
1. TEORÍA DE VALOR Y PÉRDIDA					
2.					
4. PARTICIPANTES A LA CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO					
N°	NOMBRE Y APELLIDO	CATEGORIA	DNI	FIRMA	
1	Mauro Velca G.	adm.en.	29553867		
2	Juan Renato Matto Zegarra	O.T.	75210072		
3	ALONSO IMATA CRUZ	CALIDAD	41670793		
4	Daril Sola Quintanilla	Ing. Instalaciones	46937709		
5	Alejandra Marquina Comajo	Operaciones	43103968		
6	Frederic Xavier Moya M.	Calidad	46268912		
7	Darwin Honorio Lama Quirpe	Seguridad	73903456		
8	PAULO CESAR CONDORI CHANI	PRODUCCIÓN	41776241		
9	JIMMY GAEZ SARA TURPO	O.T.	45864244		
10	Vriel Ramiro Charoja Z.	Producción	45285344		
11	Jhonatan Diego Loaiza Cahua	Producción	46566651		
12	Victor Alejandro Sanchez Segovia	Seguridad	43811192		
13	Ruben Cousoi O.	Almacen	43191306		
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Registro de capacitación 03

LOGO	REGISTRO DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO	R-SSO-009-A
		VER. 01

1. DATOS DEL EMPLEADOR						
RAZON SOCIAL		RUC		ACTIVIDAD ECONOMICA		
MARQUISA S.A.C.		20134676508		CONSTRUCCIÓN		
2. DATOS DEL PROYECTO						
NOMBRE DEL PROYECTO					N° DE COLABORADORES	
CEMAE					14	
3. DATOS DE LA CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO						
NOMBRE DEL CAPACITADOR		INICIO	FIN	H/C	TIPO	
ERICK ANTHONY DUTRA PABLO		2:00 PM	3:45 PM	1H 45 MIN	Entrenamiento <input checked="" type="checkbox"/>	
FIRMA		FECHA:		24/02/17		
				Reunión Diaria		
				Reunión Integral		
				Procedimientos		
				Inducción Social		
TEMAS TRATADOS						
1 LOS TIPOS DE PÉRDIDA EN CONSTRUCCIÓN						
2						
4. PARTICIPANTES A LA CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO						
N°	NOMBRE Y APELLIDO	CATEGORIA	DNI	FIRMA		
1	JIMMY GAEL JARA TURPO	O.T.	45864244	Jimmy		
2	Frederic Xavier Moya M.	Calidad	46268912	Frederic		
3	Jhonatan Diego Loiza Cahua	Producción	46566651	Jhonatan		
4	Darwin Honorio Yuma Quipe	Seguridad	7390346	Darwin		
5	Dani Sol Quintanilla	STAFF	4637704	Dani		
6	Alejandro Marquina Cornejo	Operaciones	43103968	Alejandro		
7	Mauro Vilca Y.	admín	29553867	Mauro		
8	Uriel Ramiro Choroja E.	Producción	4525344	Uriel		
9	ALONSO IMATA CRUZ	CALIDAD	41670793	Alonso		
10	PAULO CESAR CONDORI CHAÑI	PRODUCCIÓN	41776241	Paulo		
11	Juan Renato Matto Segura	O.T.	75210072	Juan		
12	Victor Alejandro Sanchez Segura	Seguridad	43811192	Victor		
13	Ruben Cossio M.	Almacen	43391306	Ruben		
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Registro de capacitación 04

LOGO	REGISTRO DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO	R-SSO-009-A
		VER. 01

1. DATOS DEL EMPLEADOR					
RAZON SOCIAL		RUC		ACTIVIDAD ECONOMICA	
MARQUISA S.A.C.		20134676508		CONSTRUCCIÓN	
2. DATOS DEL PROYECTO					
NOMBRE DEL PROYECTO					N° DE COLABORADORES
CEMAE					14
3. DATOS DE LA CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO					
NOMBRE DEL CAPACITADOR		INICIO	FIN	H/C	TIPO
ANTHONY QUINTANEZ		2:00pm	4:00pm	2H	Entrenamiento
FIRMA		FECHA:			Reunión Diaria
		27/02/17			Reunión Integral
					Procedimientos
					Inducción Social
TEMAS TRATADOS					
1 SECTORIZACIÓN Y TREN DE ACTIVIDADES					
2					
4. PARTICIPANTES A LA CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO					
N°	NOMBRE Y APELLIDO	CATEGORIA	DNI	FIRMA	
1	Maria Alejandra Marquina C.	Operaciones	45103908		
2	Frederic Xavier Moya M.	Calidad	46268912		
3	PAULO CESAR CONDORI CHAÑI	PRODUCCIÓN	41776241		
4	Maico Velazquez J.	admin.	29553867		
5	Dani Solis Quintanilla	STAFF	46937704		
6	Darwin Honorio Lerma Quispe	Seguridad	73903456		
7	JIMMY GAEL JARA TURPO	O.T.	45864244		
8	ALONSO IMATA CRUZ	CALIDAD	41670793		
9	Uriel Ramiro Charga Z.	Producción	45285344		
10	Jhonatan Diego Loarza Cahua	Producción	46566651		
11	Juan Renato Matta Zegarra	O.T.	75210072		
12	Victor Alejandro Sanchez Segovia	Seguridad	43811192		
13	Ruben Vicosi M.	Almacen	43191306		
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Registro de capacitación 05

LOGO	REGISTRO DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO	R-SSO-009-A
		VER. 01

1. DATOS DEL EMPLEADOR				
RAZÓN SOCIAL		RUC	ACTIVIDAD ECONOMICA	
MARQUISA S.A.C.		20134676508	CONSTRUCCION	
2. DATOS DEL PROYECTO				
NOMBRE DEL PROYECTO			N° DE COLABORADORES	
CEMAE			12	
3. DATOS DE LA CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO				
NOMBRE DEL CAPACITADOR	INICIO	FIN	H/C	TIPO
ERICK ANTHONY QUITONEZ PABLO	9:00 AM	11:00 AM	2H	Entrenamiento
FIRMA	FECHA:		03/03/17	Reunión Diaria
				Reunión Integral
				Procedimientos
				Inducción Social
TEMAS TRATADOS				
1 LAST PLANNER SYSTEM				
2				
4. PARTICIPANTES A LA CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO				
N°	NOMBRE Y APELLIDO	CATEGORIA	DNI	FIRMA
1	Dani Solo Quintanilla	SPFF	46937109	
2	Parung Honorio Yama Quipe	Seguridad	73903456	
3	Mario Velca J.	admin.	27553867	
4	JIMMY GAEL JARA TURPO	O.T.	45864244	
5	ALONSO IMATA CRUZ	CALIDAD	41670793	
6	PAULO CESAR CONDOZI CHAJI	PRODUCCION	41776241	
7	Juan Renato Matta Zegarra	O.T.	75210072	
8	Frederic Xavier Moya M.	Calidad	46268912	
9	Uriel Ramiro Charoja Z.	Producción	45285344	
10	Jhonatan Diego Loarza Cahua	Producción	46566651	
11	Ruben Uovo M.	Almacen	43191306	
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Registro de capacitación 06

LOGO	REGISTRO DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO	R-SSO-009-A
		VER. 01

1. DATOS DEL EMPLEADOR						
RAZON SOCIAL		RUC		ACTIVIDAD ECONOMICA		
MARQUISA S.A.C.		20134676508		CONSTRUCCIÓN		
2. DATOS DEL PROYECTO						
NOMBRE DEL PROYECTO					N° DE COLABORADORES	
CEMAE					13	
3. DATOS DE LA CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO						
NOMBRE DEL CAPACITADOR		INICIO	FIN	H/C	TIPO	
ANTHONY QUINONEZ		10:00 AM	12:00 PM	2H	Entrenamiento	
FIRMA		FECHA:		Reunión Diaria		
		06/03/17		Reunión Integral		
				Procedimientos		
				Inducción Social		
TEMAS TRATADOS						
1. HERRAMIENTAS Y TECNICAS LEAN						
2.						
4. PARTICIPANTES A LA CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO						
N°	NOMBRE Y APELLIDO	CATEGORIA	DNI	FIRMA		
1	Maico Velca V.	admin.	29553867	M.V.		
2	Josany Renato Matta Zegura	Ob.	75210072	J. Matta		
3	Dani Solis Quintanilla	STAFF	46937704	D. Solis		
4	Maria Alejandra Marquina C.	operaciones	43103968	M. Marquina		
5	Uriel Ramiro Chazaj Z	Producción	45285399	U. Chazaj		
6	PAULO CESAR CONDORE CHAÑI	PRODUCCIÓN	41776241	P. Condo		
7	Victor Alejandro Sanchez Segovia	Seguridad	43811192	V. Segovia		
8	JIMMY GABRIEL SARA TURPO	O.T.	45864244	J. Sara		
9	Ruben Uvori U.	Almacen	43191306	R. Uvori		
10	ALONSO IMATA CRUZ	CALIDAD	41670793	A. Imata		
11	Jhonatan Diego Loziza Cahu	Producción	46566651	J. Loziza		
12	Darwin Honorio Loma Quiro	Seguridad	73903456	D. Loma		
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Registro de capacitación 07

LOGO	REGISTRO DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO	R-SSO-009-A
		VER. 01

1. DATOS DEL EMPLEADOR						
RAZON SOCIAL		RUC		ACTIVIDAD ECONOMICA		
MARQUISA S.A.C.		20134676508		CONSTRUCCIÓN		
2. DATOS DEL PROYECTO						
NOMBRE DEL PROYECTO					N° DE COLABORADORES	
CEMAE					13	
3. DATOS DE LA CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO						
NOMBRE DEL CAPACITADOR		INICIO	FIN	H/C	TIPO	
ANTHONY QUINONEZ		10:00AM	12:00PM	2H	Entrenamiento	
FIRMA:		FECHA: 13/03/17		Reunión Diaria		<input checked="" type="checkbox"/>
				Reunión Integral		<input type="checkbox"/>
				Procedimientos		<input type="checkbox"/>
				Inducción Social		<input type="checkbox"/>
TEMAS TRATADOS						
1. GESTION VISUAL						
2.						
4. PARTICIPANTES A LA CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO						
N°	NOMBRE Y APELLIDO	CATEGORIA	DNI	FIRMA		
1	Maria Alejandra Cornejo	Gerente	43603968			
2	Frederic Xavier Moya M.	Calidad	46268912			
3	Mario Vela	admón	29553867			
4	Jhonatan Diego Loarza Cahua	Producción	46566651			
5	ALONSO IMATA CRUZ	CALIDAD	41670793			
6	Darwin Honorio Long Quipe	Seguridad	73903456			
7	Dani Solis Quintanilla	Instalación	46937709			
8	PAULO CESAR CONDORI CHANI	PRODUCCION	41776241			
9	JIMMY GAEL IARA TURPO	O.T.	45864244			
10	Juan Penates Matta Z.	O.T.	75210072			
11	Uriel Ramiro Charaja Z.	Producción	45285344			
12	Ruben Urosi Ol.	Almacen	43191306			
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Registro de capacitación 08

LOGO	REGISTRO DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO	R-SSO-009-A
		VER. 01

1. DATOS DEL EMPLEADOR						
RAZON SOCIAL		RUC		ACTIVIDAD ECONOMICA		
MARQUISA SAC		20134676508		CONSTRUCCION		
2. DATOS DEL PROYECTO						
NOMBRE DEL PROYECTO					N° DE COLABORADORES	
CEMAE					14	
3. DATOS DE LA CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO						
NOMBRE DEL CAPACITADOR		INICIO	FIN	H/C	TIPO	
ERICK ANTHONY QUIROGA PABLO		11:00 AM	12:30 PM	1430min	Entrenamiento <input checked="" type="checkbox"/>	
FIRMA		FECHA:		Reunión Diaria		
[Firma]		05/04/17		Reunión Integral		
				Procedimientos		
				Inducción Social		
TEMAS TRATADOS						
1 TRABAJO COLABORATIVO						
2						
4. PARTICIPANTES A LA CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO						
N°	NOMBRE Y APELLIDO	CATEGORIA	DNI	FIRMA		
1	Frederic Xavier Maya M.	Calidad	46268912	[Firma]		
2	JIMMY GAEL JARA TUAP	O.T	45864244	[Firma]		
3	David Gelo Quintanilla	STAFF	46937704	[Firma]		
4	Maria Alejandra Marguza C.	Operaciones	43103968	[Firma]		
5	Mauro Vilca G.	admin.	29553867	[Firma]		
6	Doramey Honorio Lazo Cusipe	Seguridad	73903456	[Firma]		
7	PAULO CESAR CONDORI CHAÑI	PRODUCCION	41776241	[Firma]		
8	Juan Renato Matta Zegarra	O.T.	75210072	[Firma]		
9	ALONSO IMATA CRUZ	CALIDAD	41670793	[Firma]		
10	Jhonatan Diego Logiza Cahua	Produccion	46566651	[Firma]		
11	Uriel Ramiro Paraja Z.	Produccion	45285344	[Firma]		
12	Victor Alejandro Sanchez Segovia	Seguridad	43811192	[Firma]		
13	Ruben Cusi Ol.	Almacen	43191306	[Firma]		
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Registro de capacitación 09

LOGO	REGISTRO DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO	R-SSO-009-A
		VER. 01

1. DATOS DEL EMPLEADOR					
RAZÓN SOCIAL		RUC		ACTIVIDAD ECONÓMICA	
MARQUISA SAC		20134676508		CONSTRUCCIÓN	
2. DATOS DEL PROYECTO					
NOMBRE DEL PROYECTO					N° DE COLABORADORES
CEMAE					14
3. DATOS DE LA CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO					
NOMBRE DEL CAPACITADOR		INICIO	FIN	H/C	TIPO
EDICK ANTHONY QUINTANEZ DROS		11:00 AM	12:30 PM	14:30 MIN	Entrenamiento
FIRMA		FECHA:		06/04/19	
				Reunión Diaria	
				Reunión Integral	
				Procedimientos	
				Inducción Social	
TEMAS TRATADOS					
1 VISION SISTEMICA					
2					
4. PARTICIPANTES A LA CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO					
N°	NOMBRE Y APELLIDO	CATEGORIA	DNI	FIRMA	
1	Maria Alejandra Viqueira Lopez	Operaciones	43103463	Alejandra Viqueira	
2	Juan Renato Matto Segarra	O.T.	75210072	Renato Matto	
3	Fredenic Xaujen Maya M.	Calidad	46268912	Xaujen Maya	
4	Dani Soto Quintanilla	STAFF	46937704	Dani Soto	
5	Darwin Honorio Lema Quispe	Seguridad	73903456	Darwin Lema	
6	JIMMY GAEL JARA TURPO	O.T.	45864244	Jimmy Jara	
7	PAULO CESAR CONDORI CHAÑI	PRODUCCIÓN	41776241	Paulo Condori	
8	Maico Vilca J.	admon.	29553867	Maico Vilca	
9	Uriel Ramiro Charaja Z.	Producción	45285344	Uriel Charaja	
10	Jhonatan Diego Loiza Cahuja	Producción	46566651	Jhonatan Loiza	
11	Ruben Couso M.	Almacen	43191306	Ruben Couso	
12	ALONSO IMATA CRUZ	CALIDAD	41670793	Alonso Imata	
13	Victor Alejandro Sanchez Segovia	Seguridad	43011192	Victor Sanchez	
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Registro de capacitación 10

LOGO	REGISTRO DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO	R-SSO-009-A
		VER. 01

1. DATOS DEL EMPLEADOR						
RAZÓN SOCIAL		RUC		ACTIVIDAD ECONÓMICA		
MARQUISA S.A.C.		20134676508		CONSTRUCCIÓN		
2. DATOS DEL PROYECTO						
NOMBRE DEL PROYECTO					N° DE COLABORADORES	
CEMAE					19	
3. DATOS DE LA CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO						
NOMBRE DEL CAPACITADOR		INICIO	FIN	H/C	TIPO	
ERICK ANTHONY QUINTANA PABLO		9:00	11:00	2H	Entrenamiento	
FIRMA		FECHA:		13/07/17		
FIRMA		FECHA:		13/07/17		
TEMAS TRATADOS					Inducción Social	
1 PROACTIVIDAD Y COMUNICACIÓN EFECTIVA						
2						
4. PARTICIPANTES A LA CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO						
N°	NOMBRE Y APELLIDO	CATEGORÍA	DNI	FIRMA		
1	Diego Solís Quintana	STAFF	46937709	[Firma]		
2	Alejandra Marguina Cornejo	Operaciones	43103968	[Firma]		
3	Jhonatan Diego Loiza Catua	Producción	46566651	[Firma]		
4	JIMMY EDEL SARA TURPO	O.T.	4586244	[Firma]		
5	Frederic Xavier Moya M.	Calidad	46268912	[Firma]		
6	Darwin Honorio Lama Quispe	Seguridad	73903456	[Firma]		
7	ALONSO IMATA CRUZ	CALIDAD	41670793	[Firma]		
8	Juan Renato Matta Zegarra	O.T.	75210072	[Firma]		
9	PAULO CESAR CONDORI CHANI	Producción	41776241	[Firma]		
10	Mario Velca J.	admin.	29553867	[Firma]		
11	Urrel Ramiro Chanza Z.	Producción	45285344	[Firma]		
12	Ruben, Urosi H.	Almacen	43191306	[Firma]		
13	Victor Alejandro Sanchez S.	Seguridad	43811192	[Firma]		
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



7.11. ANEXO 11: PANEL FOTOGRÁFICO DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Ejecución de las obras civiles



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Ejecución de las estructuras metálicas



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Ejecución de redes de agua y desagüe



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Ejecución de las instalaciones especiales



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Ejecución del vaciado de pavimento rígido



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



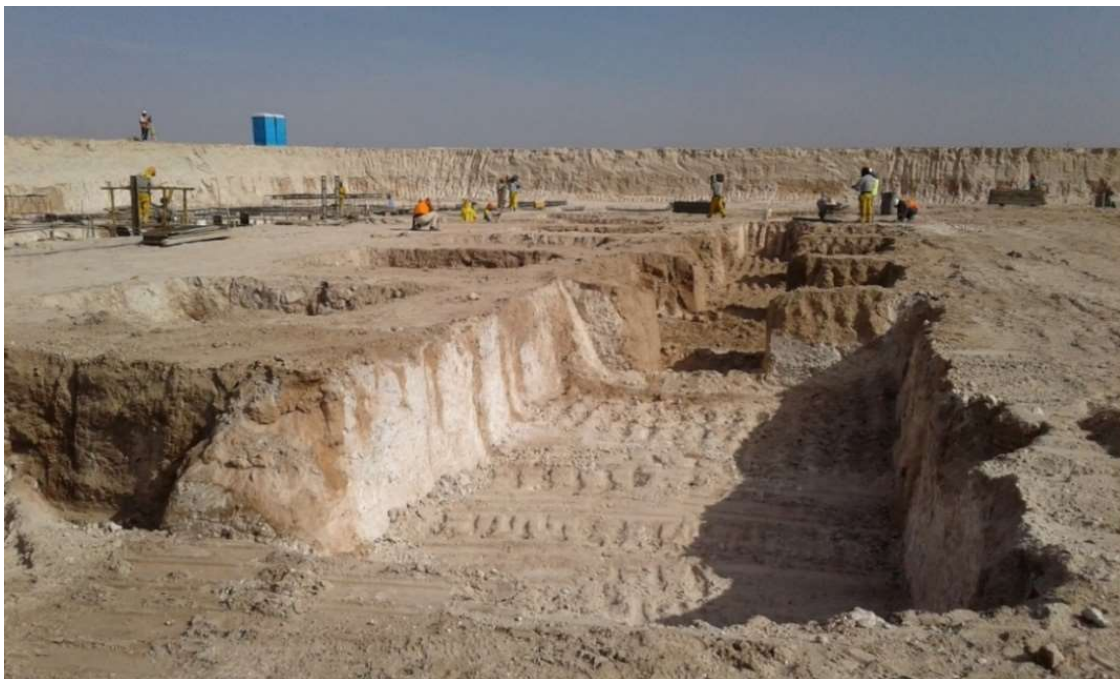
Ejecución de pavimento flexible



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Ejecución de movimiento de tierras



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Ejecución de cerco perimétrico



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Ejecución de hangares



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

Ejecución de línea de conducción



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

7.12. ANEXO 12: PANEL FOTOGRÁFICO DE LA IMPLEMENTACIÓN LEAN

Reunión semanal de producción



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

Reunión diaria



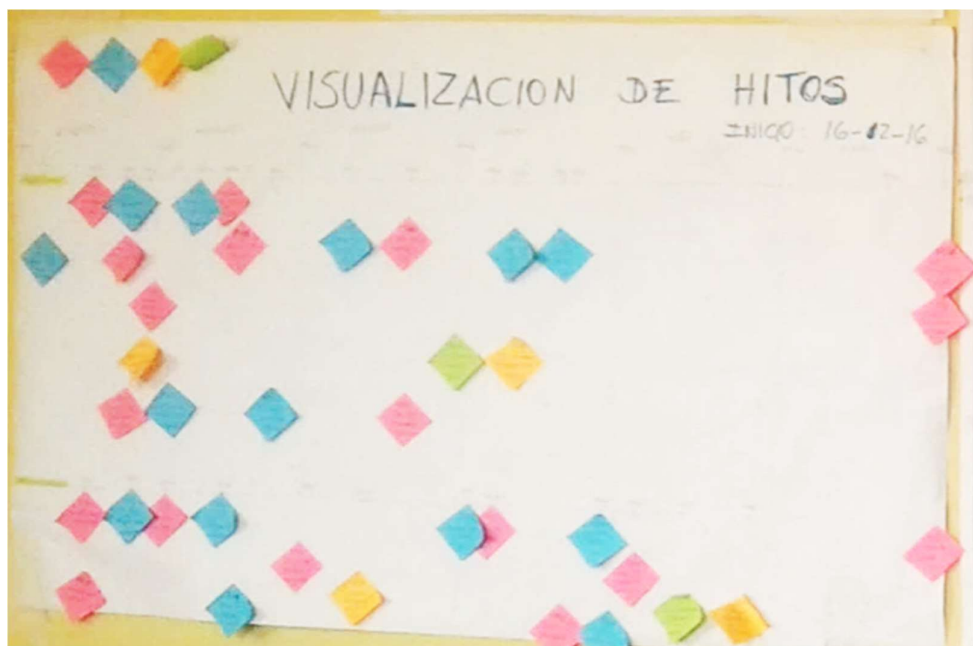
FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

Participación de los maestros de obra en la planificación



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

Elaboración de plan de fases visual



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

[illegible]

Elaboración de plan semanal visual



264

Salón de producción



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

Participación del ingeniero residente de las reuniones



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Talleres de cultura Lean



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

Capacitaciones internas en obra



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

Capacitaciones externas en obra



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

Participación de subcontratistas en la identificación de restricciones



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

Reunión de lecciones aprendidas



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

Identificación de restricciones



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



Planificación colaborativa de trabajos en asfalto



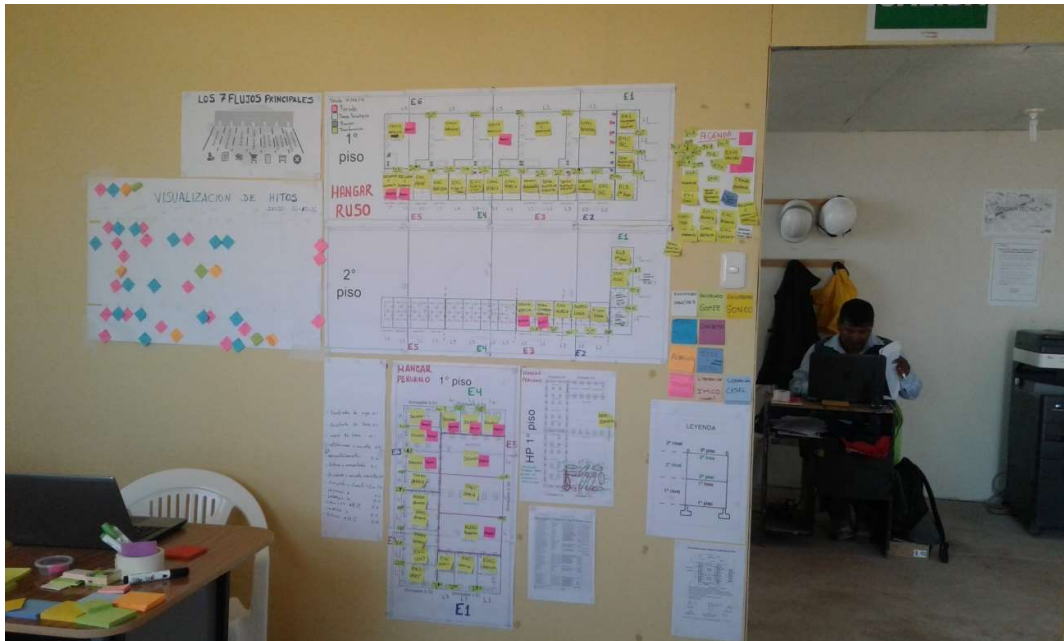
FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

Análisis de restricciones visual (con papelógrafos y plumón)

COD	RESTRICCIÓN	DUEÑO	PLAN ACCIÓN	FECHA	ESTADO	COD
R1	LLEGADA DE ESTRUCTURA METÁLICA EG L1, L2	LUIS ALCOCER	VISITAR PLANTA	21/02	OK	R1
R2	INGRESO DEL PERSONAL INICO DESDE EL 21/02 (18 TRABAJADORES)	MARIO VILCA	CHEQUEAR SCTR (EXAMENES médicos), EPPS (LLAMAR A 998787226)	21/02	OK	R2
R3	LIMPIEZA DE ÁREA EG L6 y L4	JOHAN	LIMPIEZA PARA LIBERACIÓN DE FRENTE	13/02 15/02	CUMPLIDO 15/02 OK	R3
R4	LLEGADA DE COBERTURAS	LUIS ALCOCER	PEDIR GUIA DE REMISIÓN EL 03/03	03/03		
R5	SOLUCIÓN A RFI "DIRECCIONES DE ESCALERA"	PAULO CONDORI	LUN 13 → llamar a proveedor SI NO HAY RESPUESTA → PLANTAR SOLUCIÓN A SUPERVISIÓN	15/02	OK	
R6	DEFINIR SUBCONTRATISTA DE ENCOFRADO ESCALERA	LUIS ALCOCER	EVANUAR	14/02	OK	
R7	SOLUCIÓN A RFI "DIRECCIONES DE VENTANAS Y UBICACIÓN DE COLUMNETAS"	PAULO CONDORI		16/02 20/02	OK 23/02	
R8	LLEGADA DE ANDAMIOS PARA ALBAÑILERIA	RENATO NATTA	13/02 → APROBAR COTIZACIÓN Y ORDEN DE COMPRA 11/02 → LLEGA A OBRA	14/02 22/02	OK 23/02	

FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

Utilización de la gestión visual



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

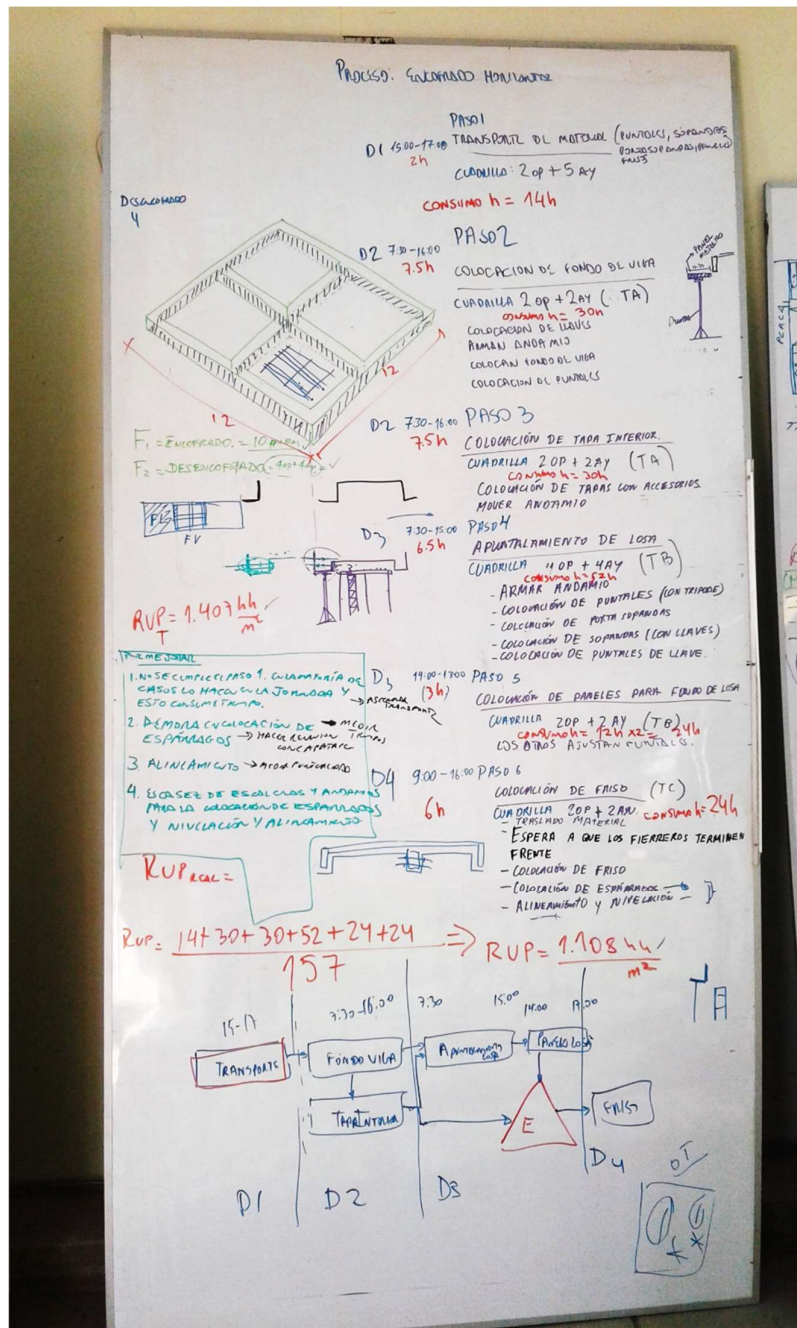
Reunión para elaboración de value stream map



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

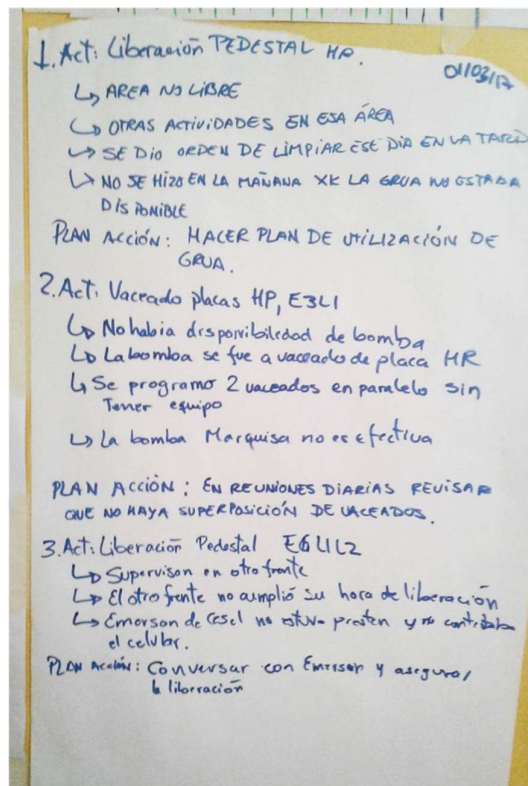


Value stream map visual



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

Análisis de causa raíz visual



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA

Planificación colaborativa de trabajos en asfalto



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA



7.13. ANEXO 13: LISTADO DE ACTIVIDADES CATEGORIZADAS

Propuesta de estandarización de actividades para Edificaciones

EDIFICACIONES		
N°	TIPO	ACTIVIDADES
1	Productivo	Trazo de ejes de edificación
2	Productivo	Replanteo de zapatas y vigas de cimentación
3	Productivo	Excavación masiva
4	Productivo	Excavación localizada
5	Productivo	Refine de las excavaciones
6	Productivo	Compactación de terreno
7	Productivo	Relleno con material propio o de préstamo
8	Productivo	Eliminación de material excedente
9	Productivo	Colocación de niveles para solado
10	Productivo	Vaciado de solado
11	Productivo	Trazo de aceros
12	Productivo	Habilitación de acero
13	Productivo	Colocación de acero
14	Productivo	Colocación de desmoldante al encofrado
15	Productivo	Encofrado de elementos estructurales
16	Productivo	Colocación de separadores de concreto
17	Productivo	Vaciado de elementos estructurales
18	Productivo	Vibrado de elementos estructurales
19	Productivo	Desencofrado de elementos estructurales
20	Productivo	Curado de elementos estructuras
21	Productivo	Colocación de ladrillos en los techos
22	Productivo	Colocación de instalaciones sanitarias
23	Productivo	Colocación de instalaciones eléctricas
24	Productivo	Colocación de tecnopor para juntas
25	Productivo	Preparación de mezcla de concreto
26	Productivo	Asentado de ladrillo
27	Productivo	Colocación de columnetas y vigas soleras
28	Productivo	Tarrajeo de muros interiores, exteriores y cielo raso
29	Productivo	Solaqueo de elementos estructurales
30	Productivo	Armado de tabiquería en Drywall
31	Productivo	Vestidura de derrames
32	Productivo	Pintura de muros interiores, exteriores y cielo raso
33	Productivo	Colocación de cristales en general
34	Productivo	Colocación de ladrillo pastelero en techos
35	Productivo	Vaciado de contrapiso
36	Productivo	Vaciado de falso piso
37	Productivo	Colocación de piso de porcelanato, cerámico y otros
38	Productivo	Colocación de zócalos de diferentes tipos
39	Productivo	Colocación de contra zócalos de diferentes tipos
40	Productivo	Colocación de divisiones de melanina
41	Productivo	Colocación de puertas metálicas, contraplacadas y de madera



42	Productivo	Empaste de muros y cielo raso
43	Productivo	Construcción de mesas de concreto para lavaderos con diferentes acabados
44	Productivo	Bruñado en tarrajeo
45	Productivo	Colocación de mamparas
46	Productivo	Colocación de teatinas
47	Productivo	Acabado de cemento pulido en piso
48	Productivo	Colocación de escaleras metálicas
49	Productivo	Colocación de tapas metálicas
50	Productivo	Colocación de tapajuntas
51	Productivo	Colocación de espejos en baño
52	Productivo	Colocación de salidas para alumbrado y tomacorrientes
53	Productivo	Colocación de cajas de paso
54	Productivo	Colocación de aparatos eléctricos
55	Productivo	Colocación de tubería
56	Productivo	Cableado de instalaciones eléctricas y de comunicaciones
57	Productivo	Colocación y armado de tableros eléctricos
58	Productivo	Peinado de tableros eléctricos
59	Productivo	Colocación de UPS
60	Productivo	Colocación de bandejas
61	Productivo	Excavación de pozo a tierra
62	Productivo	Colocación de cemento conductor
63	Productivo	Colocación de barra de cobre
64	Productivo	Relleno de pozo a tierra
65	Productivo	Colocación de transformador eléctrico
66	Productivo	Instalación de luces de emergencia
67	Productivo	Instalación de drenaje pluvial
68	Productivo	Colocación de aparatos sanitarios
69	Productivo	Colocación de accesorios
70	Productivo	Colocación de salidas para agua caliente, fría y blanda
71	Productivo	Colocación de salidas de desagüe sanitarios
72	Productivo	Colocación de salidas de ventilación
73	Productivo	Colocación de tubería colgada
74	Productivo	Colocación de tubería adosada
75	Productivo	Colocación de sombreros de ventilación
76	Productivo	Colocación de sumideros y registro de bronce
77	Productivo	Colocación de caja de registro de desagüe
78	Productivo	Excavación de zanja
79	Productivo	Colocación de cama de arena
80	Productivo	Colocación de válvulas en instalaciones
81	Productivo	Colocación de tapas en válvulas
82	Productivo	Pruebas hidráulicas
83	Productivo	Colocación de calentadores
84	Productivo	Colocación de cableado estructurado
85	Productivo	Colocación de salidas para parlantes
86	Productivo	Salida para control de volumen
87	Productivo	Instalación de sistema multimedia



88	Productivo	Colocación de rack para equipos
89	Productivo	Colocación de salidas para cámaras
90	Productivo	Colocación de salidas para lector biométrico
91	Productivo	Colocación para contacto magnético
92	Productivo	Colocación de tubería conduit
93	Productivo	Salida para detector de humo
94	Productivo	Salida para alarmas y control contra incendio
95	Productivo	Colocación de señalética de seguridad final
96	Productivo	Amoblado y equipamiento de la edificación
97	Contributorio	Mediciones en campo
98	Contributorio	Recepción de instrucciones de trabajo
99	Contributorio	Arrostramiento para aplome de acero
100	Contributorio	Transporte de acero
101	Contributorio	Transporte de vibradores de concreto
102	Contributorio	Transporte de encofrado
103	Contributorio	Transporte de mezcla de concreto
104	Contributorio	Acarreo de ladrillos
105	Contributorio	Mojar los ladrillos
106	Contributorio	Acarreo de agregados
107	Contributorio	Transporte de bolsas de cemento
108	Contributorio	Apuntalamiento de encofrados
109	Contributorio	Aplomo de encofrados de elementos estructurales
110	Contributorio	Picado de muro para colocación de instalaciones
111	Contributorio	Verificación de plomo y niveles de vaciado
112	Contributorio	Retiro de gravas mayores en material para relleno
113	Contributorio	Humedecer el material a compactar
114	Contributorio	Humedecer las vías de acceso para control de la polución
115	Contributorio	Aclaración de dudas sobre los planos a los maestros de obra
116	Contributorio	Llenado de ATS
117	Contributorio	Colocación de arnés
118	Contributorio	Armado de andamios
119	Contributorio	Armado de bancos de trabajo
120	Contributorio	Armado de caseta de vigilancia
121	Contributorio	Construcción de obras provisionales
122	Contributorio	Mover los baños químicos
123	Contributorio	Limpieza de baños
124	Contributorio	Limpieza de ambientes
125	Contributorio	Armado de escalera modular para acceso a pisos superiores
126	Contributorio	Habilitación de cerco perimetrales temporales
127	Contributorio	Habilitación de barandas en pisos superiores
128	Contributorio	Habilitado de accesos
129	Contributorio	Llenado de reporte diario de campo
130	Contributorio	Llenado de parte diario de equipos
131	Contributorio	Llenado de vales de salida de material
132	Contributorio	Colocación de línea de vida en losas
133	Contributorio	Colocación de escuadras y tabloncillos para vaciados en elementos verticales



134	Contributorio	Capacitaciones al personal obrero y/o staff de obra
135	Contributorio	Colocación de pases
136	Contributorio	Limpieza final de la obra
137	Contributorio	Colocación de señalética de seguridad temporal
138	No contributorio	Viajes para solicitar firma en vales de salida de material
139	No contributorio	Viajes para solicitar firma de ATS
140	No contributorio	Viajes para acercarse al frente de trabajo
141	No contributorio	Viajes para dirigirse al comedor
142	No contributorio	Charlas de seguridad con mayor tiempo al indicado por ley
143	No contributorio	Reuniones excesivas de coordinación
144	No contributorio	Tiempo ocioso en el que el trabajador está completamente parado sin razón alguna
145	No contributorio	Tiempo de descanso de los trabajadores
146	No contributorio	Trabajo rehecho por olvido de algún elemento
147	No contributorio	Trabajo rehecho por observaciones de calidad
148	No contributorio	Trabajo rehecho por mala práctica constructiva
149	No contributorio	Tiempo en que los trabajadores toman bebidas refrescantes
150	No contributorio	Tiempo en que los trabajadores revisan su celular
151	No contributorio	Necesidades fisiológicas
152	No contributorio	Redimensionamiento de acero
153	No contributorio	Limpieza de acero con residuos de concreto
154	No contributorio	Esperas por instrucciones
155	No contributorio	Esperas por materiales
156	No contributorio	Esperas por falta de equipos o equipos descompuestos
157	No contributorio	Esperas por falta de frente liberado
158	No contributorio	Espera de la supervisión para las liberaciones de calidad
159	No contributorio	Reparación de cangrejeras y segregaciones
160	No contributorio	Picado de elementos verticales vaciados a mayor altura de lo necesario
161	No contributorio	Desencofrado de elementos verticales por falta de colocación de pases
162	No contributorio	Demolición de elementos estructurales
163	No contributorio	Re-aplomar encofrados
164	No contributorio	Re-aplomar aceros
165	No contributorio	Picado de elementos estructurales no aplomados
166	No contributorio	Mover instalaciones eléctricas y sanitarias mal ubicadas
167	No contributorio	Accidentes en obra
168	No contributorio	Colocación de aditivo para concreto con mucho tiempo de espera
169	No contributorio	Refine excesivo por incorrecto trazo

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Propuesta de estandarización de actividades para Estructuras metálicas

ESTRUCTURA METÁLICA		
N°	TIPO	ACTIVIDADES
1	Productivo	Trazo y nivelación del terreno
2	Productivo	Replanteo de cimentaciones
3	Productivo	Excavación de cimentaciones
4	Productivo	Acero de cimentaciones
5	Productivo	Encofrado de cimentaciones
6	Productivo	Vaciado de concreto en cimentaciones
7	Productivo	Trazo de ejes
8	Productivo	Armado de refuerzo de acero en pedestales
9	Productivo	Encofrado de pedestales
10	Productivo	Vaciado de pedestales de concreto armado
11	Productivo	Fabricación del acero estructural
12	Productivo	Pintado de estructura metálica
13	Productivo	Fabricación de pernos de anclaje
14	Productivo	Colocación de pernos de anclaje
15	Productivo	Nivelación de pernos de anclaje
16	Productivo	Colocación de plancha metálica
17	Productivo	Montaje de estructuras metálicas
18	Productivo	Colocación de tuercas de fijación
19	Productivo	Izaje de columnas metálicas
20	Productivo	Colocación de vigas primarias
21	Productivo	Colocación de vigas secundarias
22	Productivo	Izaje de arcos metálicos
23	Productivo	Colocación de tensores
24	Productivo	Colocación de cerramiento metálico
25	Productivo	Izaje de puertas metálicas
26	Productivo	Soldado de partes metálicas
27	Productivo	Colocación de motores para puertas metálicas
28	Productivo	Prueba eléctrica de puerta metálica
29	Productivo	Fijado de elementos con tuercas
30	Productivo	Preparación de grouting de nivelación
31	Productivo	Vaciado de grouting de nivelación
32	Productivo	Colocación de correas
33	Productivo	Instalación de puente grúa
34	Productivo	Prueba de puente grúa
35	Productivo	Colocación de canaletas pluviales
36	Contributorio	Transportes de estructuras metálicas
37	Contributorio	Charlas de seguridad
38	Contributorio	Arrostramiento temporal de puertas metálicas
39	Contributorio	Colocación de cerco enmallado de seguridad
40	Contributorio	Explicaciones de los trabajos a realizar
41	Contributorio	Llenado de ATS
42	Contributorio	Tiempo de estacionamiento de grúa
43	Contributorio	Transporte de herramientas



44	Contributorio	Lijado de esquinas punzantes
45	Contributorio	Liberaciones de los trabajos por parte de la supervisión
46	Contributorio	Limpieza de área para vaciado de grouting autonivelante
47	Contributorio	Cortado con oxicorte de elementos mal instalados
48	Contributorio	Mediciones en campo
49	Contributorio	Arrostramiento para aplome de acero
50	Contributorio	Transporte de acero
51	Contributorio	Transporte de vibradores de concreto
52	Contributorio	Transporte de encofrado
53	Contributorio	Transporte de mezcla de concreto
54	Contributorio	Apuntalamiento de encofrados
55	Contributorio	Verificación de plomo y niveles de vaciado
56	Contributorio	Aclaración de dudas sobre los planos a los maestros de obra
57	Contributorio	Armado de andamios
58	Contributorio	Armado de bancos de trabajo
59	Contributorio	Armado de caseta de vigilancia
60	Contributorio	Construcción de obras provisionales
61	Contributorio	Mover los baños químicos
62	Contributorio	Limpieza de baños
63	Contributorio	Limpieza de ambientes
64	Contributorio	Habilitado de accesos
65	Contributorio	Llenado de reporte diario de campo
66	Contributorio	Llenado de parte diario de equipos
67	Contributorio	Llenado de vales de salida de material
68	Contributorio	Capacitaciones al personal obrero y/o staff de obra
69	Contributorio	Limpieza final de la obra
70	Contributorio	Colocación de señalética de seguridad temporal
71	No contributorio	Viajes de los trabajadores para recoger materiales y herramientas
72	No contributorio	Tiempo ocioso de los trabajadores
73	No contributorio	Esperas por herramientas
74	No contributorio	Esperas por instrucciones
75	No contributorio	Esperas por falta de material
76	No contributorio	Descanso de los trabajadores
77	No contributorio	Necesidades fisiológicas
78	No contributorio	Picado de pedestales con anclajes mal colocados
79	No contributorio	Grifado de aceros de pedestales mal ubicados
80	No contributorio	Esperas por colocación de separadores de concreto a destiempo
81	No contributorio	Traslado de para firma de ATS
82	No contributorio	Viaje para solicitar herramientas
83	No contributorio	Trabajos rehechos por errores de calidad en general
84	No contributorio	Segundas revisiones por parte de la supervisión
85	No contributorio	Aplomado de pedestales mal colocados
86	No contributorio	Aplomado de pernos movidos durante el encofrado y/o vaciado
87	No contributorio	Replanteos de verificación de los pernos de anclaje
88	No contributorio	Repintado de estructuras metálicas
89	No contributorio	Liberación de espacio para trabajos de estructura metálicas



90	No contributivo	Viajes para acercarse al frente de trabajo
91	No contributivo	Viajes para dirigirse al comedor
92	No contributivo	Charlas de seguridad con mayor tiempo al indicado por ley
93	No contributivo	Reuniones excesivas de coordinación
94	No contributivo	Tiempo de descanso de los trabajadores
95	No contributivo	Trabajo rehecho por mala práctica constructiva
96	No contributivo	Tiempo en que los trabajadores toman bebidas refrescantes
97	No contributivo	Tiempo en que los trabajadores revisan su celular
98	No contributivo	Esperas por falta de equipos o equipos descompuestos
99	No contributivo	Esperas por falta de frente liberado
100	No contributivo	Espera de la supervisión para las liberaciones de calidad
101	No contributivo	Re-aplomar encofrados
102	No contributivo	Accidentes en obra

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Propuesta de estandarización de actividades para Pavimento rígido

PAVIMENTO RÍGIDO		
N°	TIPO	ACTIVIDADES
1	Productivo	Trazo y nivelación del terreno
2	Productivo	Corte masivo de terreno natural
3	Productivo	Relleno con material de préstamo y propio
4	Productivo	Conformación de subrasante
5	Productivo	Compactación del terreno natural a nivel de subrasante
6	Productivo	Eliminación de material excedente
7	Productivo	Prueba de densidad
8	Productivo	Prueba de humedad
9	Productivo	Colocación de subbase granular
10	Productivo	Emplantillado de niveles
11	Productivo	Compactación de subbase granular
12	Productivo	Encofrado longitudinal de pavimento rígido
13	Productivo	Instalación de dowells
14	Productivo	Colocación de instalaciones
15	Productivo	Vaciado de concreto
16	Productivo	Vibrado de concreto
17	Productivo	Rastillado del concreto
18	Productivo	Reglado del concreto
19	Productivo	Acabado rugoso del concreto
20	Productivo	Desencofrado de pavimento rígido
21	Productivo	Curado de concreto
22	Productivo	Colocación de tecnopor
23	Productivo	Corte de juntas
24	Productivo	Sellado de juntas
25	Productivo	Pintado de pavimento
26	Productivo	Señalética vertical
27	Productivo	Pruebas de calidad en campo
28	Contributorio	Transportes de materiales y/o equipos
29	Contributorio	Limpieza de la zona a vaciar
30	Contributorio	Mediciones en campo
31	Contributorio	Colocación de niveles de vaciado
32	Contributorio	Instrucciones para los trabajadores
33	Contributorio	Liberaciones por parte del área de calidad
34	Contributorio	Llenado de ATS
35	Contributorio	Colocación de equipo de protección personal
36	Contributorio	Colocación de señalética temporal de seguridad
37	Contributorio	Charlas de seguridad
38	Contributorio	Recepción de instrucciones de trabajo
39	Contributorio	Arrostramiento para aplome de acero
40	Contributorio	Acarreo de agregados
41	Contributorio	Verificación de plomo y niveles de vaciado
42	Contributorio	Retiro de gravas mayores en material para relleno
43	Contributorio	Humedecer el material a compactar



44	Contributorio	Humedecer las vías de acceso para control de la polución
45	Contributorio	Aclaración de dudas sobre los planos a los maestros de obra
46	Contributorio	Armado de caseta de vigilancia
47	Contributorio	Construcción de obras provisionales
48	Contributorio	Mover los baños químicos
49	Contributorio	Limpieza de baños
50	Contributorio	Limpieza de ambientes
51	Contributorio	Habilitación de cerco perimetrales temporales
52	Contributorio	Habilitado de accesos
53	Contributorio	Llenado de reporte diario de campo
54	Contributorio	Llenado de parte diario de equipos
55	Contributorio	Llenado de vales de salida de material
56	Contributorio	Capacitaciones al personal obrero y/o staff de obra
57	Contributorio	Limpieza final de la obra
58	Contributorio	Colocación de señalética de seguridad temporal
59	No contributorio	Viajes para traer herramientas y/o materiales
60	No contributorio	Tiempo ocioso de los trabajadores
61	No contributorio	Esperas por falta de herramientas y/o materiales
62	No contributorio	Esperas por falta de instrucciones
63	No contributorio	Esperas por equipo malogrado
64	No contributorio	Esperas por falta de combustible para funcionamiento de equipos
65	No contributorio	Espera por demora de mixer de concreto premezclado
66	No contributorio	Esperas por falta de frente liberado
67	No contributorio	Descanso de los trabajadores
68	No contributorio	Necesidades fisiológicas
69	No contributorio	Grifado de dowells doblados
70	No contributorio	Limpieza de juntas
71	No contributorio	Picado de zonas de pavimento para colocación de buzones
72	No contributorio	Picado de zonas de pavimento por errores en vaciado
73	No contributorio	Esperas por falta de liberación de frente
74	No contributorio	Excesiva vibración del concreto
75	No contributorio	Vaciado del concreto a un nivel incorrecto
76	No contributorio	Lijado de dowells oxidados
77	No contributorio	Reparación de juntas mal cortadas
78	No contributorio	Traslado de para firma de ATS
79	No contributorio	Viajes para solicitar firma en vales de salida de material
80	No contributorio	Viajes para acercarse al frente de trabajo
81	No contributorio	Viajes para dirigirse al comedor
82	No contributorio	Charlas de seguridad con mayor tiempo al indicado por ley
83	No contributorio	Reuniones excesivas de coordinación
84	No contributorio	Tiempo de descanso de los trabajadores
85	No contributorio	Trabajo rehecho por olvido de algún elemento
86	No contributorio	Trabajo rehecho por observaciones de calidad
87	No contributorio	Trabajo rehecho por mala práctica constructiva
88	No contributorio	Tiempo en que los trabajadores toman bebidas refrescantes
89	No contributorio	Tiempo en que los trabajadores revisan su celular



90	No contributorio	Espera de la supervisión para las liberaciones de calidad
91	No contributorio	Accidentes en obra
92	No contributorio	Colocación de aditivo para concreto con mucho tiempo de espera

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Propuesta de estandarización de actividades para Cerco perimétrico

CERCO PERIMÉTRICO		
N°	TIPO	ACTIVIDADES
1	Productivo	Trazo y replanteo
2	Productivo	Excavación de zanja
3	Productivo	Refine de zanja
4	Productivo	Vaciado de concreto ciclópeo
5	Productivo	Echado de roca de zanja
6	Productivo	Acero de sobrecimiento armado
7	Productivo	Encofrado de sobrecimiento armado
8	Productivo	Vaciado de concreto para sobrecimiento armado
9	Productivo	Escarificado de sobrecimiento
10	Productivo	Asentado de ladrillos
11	Productivo	Colocación de mortero
12	Productivo	Armado de columnetas
13	Productivo	Colocación de columnetas
14	Productivo	Encofrado de columnetas
15	Productivo	Vaciado de columnetas
16	Productivo	Acero de vigas soleras
17	Productivo	Encofrado de vigas soleras
18	Productivo	Vaciado de concreto de vigas soleras
19	Productivo	Curado
20	Contributorio	Mediciones en campo
21	Contributorio	Instrucciones para los trabajos
22	Contributorio	Aplomado de acero
23	Contributorio	Aplomado de encofrado
24	Contributorio	Apuntalamiento de encofrado
25	Contributorio	Mojado de ladrillos
26	Contributorio	Armado de andamios
27	Contributorio	Preparación de mortero
28	Contributorio	Acarreo de ladrillos
29	Contributorio	Acarreo de agregados y agua para mortero
30	Contributorio	Transporte de herramientas y/o materiales
31	Contributorio	Charla de seguridad
32	Contributorio	Llenado de ATS
33	Contributorio	Colocación de señalética de seguridad temporal
34	No contributorio	Viajes para solicitar herramientas y/o materiales
35	No contributorio	Viajes para solicitar firma de ATS
36	No contributorio	Viajes para recibir instrucciones de trabajo y/o consultas
37	No contributorio	Tiempo ocioso de los trabajadores
38	No contributorio	Esperas por demora de mixer de concreto
39	No contributorio	Esperas por falta de material y/o herramientas
40	No contributorio	Trabajo rehecho en general
41	No contributorio	Tarrajeo de trabajos no solicitados por el cliente
42	No contributorio	Descanso de los trabajadores
43	No contributorio	Necesidades fisiológicas



44	No contributorio	Picado de estructuras no aplomadas
45	No contributorio	Grifado de acero mal colocado
46	No contributorio	Demolición de muro ubicado fuera del trazo
47	No contributorio	Doble revisión de los trabajos
48	No contributorio	Retiro de ladrillos asentado no aplomado
49	No contributorio	Limpieza de piedras en mortero

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Propuesta de estandarización de actividades para Edificaciones

LÍNEA DE CONDUCCIÓN		
N°	TIPO	ACTIVIDADES
1	Productivo	Trazo y replanteo
2	Productivo	Excavación de zanja
3	Productivo	Refine de excavación
4	Productivo	Colocación de cama de arena
5	Productivo	Colocación de tuberías
6	Productivo	Pegado de tuberías
7	Productivo	Colocación de niveles en tubería
8	Productivo	Relleno compactado
9	Productivo	Instalación en cámaras rompe presión
10	Productivo	Instalación de válvulas de aire
11	Productivo	Instalación de válvulas de purga
12	Productivo	Pruebas hidráulicas
13	Productivo	Colocación de niveles para solado
14	Productivo	Vaciado de solado
15	Productivo	Trazo de aceros
16	Productivo	Habilitación de acero
17	Productivo	Colocación de acero
18	Productivo	Colocación de desmoldante al encofrado
19	Productivo	Encofrado de elementos de concreto armado
20	Productivo	Colocación de separadores de concreto
21	Productivo	Vaciado de elementos de concreto armado
22	Productivo	Vibrado de elementos estructurales de concreto armado
23	Productivo	Desencofrado de elementos estructurales de concreto armado
24	Productivo	Curado de elementos de concreto armado
25	Contributorio	Transportes de equipos y/o materiales
26	Contributorio	Mediciones en campo
27	Contributorio	Instrucciones de trabajo
28	Contributorio	Cernido de arena
29	Contributorio	Transporte de arena
30	Contributorio	Regado de vías y excavaciones
31	Contributorio	Transporte de baño químico
32	Contributorio	Transporte de agua para los trabajadores
33	Contributorio	Charla de seguridad
34	Contributorio	Llenado de ATS
35	Contributorio	Colocación de EPP
36	Contributorio	Tiempo del vigía de los equipos de línea amarilla
37	Contributorio	Colocación de cerco perimétrico provisional enmallado
38	Contributorio	Colocación de señalética provisional
39	Contributorio	Habilitación de accesos con motoniveladora
40	Contributorio	Transporte de tuberías
41	Contributorio	Entibado de zanja profunda
42	No contributorio	Viajes del personal al frente de trabajo
43	No contributorio	Viajes del personal para solicitar firma de ATS



44	No contributorio	Viajes del personal para solicitar herramientas y/o materiales
45	No contributorio	Tiempo ocioso del personal
46	No contributorio	Esperas de material y/o herramientas
47	No contributorio	Esperas de culminación de excavación del próximo sector de zanja
48	No contributorio	Esperas por avería del canguro compactador
49	No contributorio	Esperas por paralizaciones de seguridad
50	No contributorio	Trabajo lento de los ayudantes por excesiva polución
51	No contributorio	Trabajo rehecho en general
52	No contributorio	Descanso de los trabajadores
53	No contributorio	Necesidades fisiológicas
54	No contributorio	Reparación de instalaciones existentes rotas
55	No contributorio	Eliminación de vicios ocultos
56	No contributorio	Paralizaciones por posibles hallazgos arqueológicos
57	No contributorio	Cambio de tuberías rotas en el proceso de instalación

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



7.14. ANEXO 14: COMPENDIO DE LECCIONES APRENDIDAS

LOGO		COMPENDIO DE LECCIONES APRENDIDAS			CLA- CEMAE VER. 00
PRYECTO:		CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO DEL EJERCITO			
CLIENTE:		EJERCITO DEL PERÚ			
N°	ÁREA	SITUACIÓN/PROBLEMA	LECCIÓN	CHECK	
1	LEAN	Los subcontratistas no están dispuestos a participar de la implementación Lean a tiempo completo, porque lo perciben como algo "extra" y no algo dentro de sus responsabilidades contractuales	Incluir en los contratos cláusulas Lean que hagan que los subcontratistas participen de la implementación Lean Construction como parte de sus responsabilidades.		
2	RRHH	Algunos miembros del staff no están dispuestos a participar de la implementación Lean de forma gustosa.	Incluir en los contratos cláusulas que hagan que el personal staff participe de la implementación Lean como parte de sus funciones. Así como colocar los entregables Lean en su hoja de ruta de salida.		
3	LEAN	Los procesos Lean podrían no estar siendo considerados por los ingenieros de la oficina central como parte de la forma estándar de trabajar de la empresa.	Se recomienda que los procedimientos Lean se adhieran al sistema de gestión de proyectos de la empresa, con formatos estándares y plazos de cumplimiento.		
4	LEAN	Después de las auditorías y capacitaciones, el staff deja de implementar Lean Construction.	Se recomienda tener un lean leader (ingeniero de planificación Lean) en cada proyecto, que asegure y vele porque la implementación se lleve a cabo.		
5	LEAN	Desconocimiento de formatos, estándares y conceptos sobre Lean en los diferentes proyectos de la empresa.	Si el tamaño de la empresa lo permite, sería adecuado tener un departamento Lean en la oficina central, que sea el soporte de todas las implementaciones en cada uno de los proyectos.		
6	PLANIFICACIÓN	La planificación y sectorización de cada frente de trabajo son diferentes en cuanto a presentación y por ende facilidad de entendimiento.	Es aconsejable tener formatos estándares para todos los procedimientos, técnicas y herramientas de la filosofía Lean propios de la empresa. Así como sus respectivos instructivos de uso y llenado.		



7	CONTRATO	El alcance de los subcontratistas no está bien definido, presenta omisiones.	Se recomienda que el staff del proyecto sea quien cierre los detalles técnicos con los subcontratistas y que la oficina central cierre los detalles económicos. Para que de esta forma los alcances de los subcontratistas estén bien definidos y no haya omisiones que generen problemas. Si es política de la empresa cerrar todos los detalles con subcontratistas desde la oficina central, entonces asegurar compartir las ordenes de servicio y contrato a los ingenieros del proyecto. De esta forma ellos tendrían una mejor comprensión de los alcances y responsabilidades de los subcontratos, a fin de poder exigirles los cumplimientos pertinentes.	
8	OFICINA TÉCNICA	Ha ocurrido que se hacía cotizar trabajos con planos antiguos y que a la hora de la ejecución el subcontratista observaba que había elementos que no estaban en el alcance de su contrato.	Tener cuidado que todos los miembros del staff estén manejando la misma información del proyecto (especificaciones, planos, cronogramas, presupuestos, estudios y memorias) y que, de haber una actualización, esta se comunique a todos de forma oportuna.	
9	PLANIFICACIÓN	El proyecto inicia de forma desordenada y sin planificación debido a la premura del tiempo y al corto plazo para el arranque	Una buena práctica es contratar a un staff mínimo (residente, ingeniero de OT, administrador, ingeniero de producción y lean leader) un mes antes del inicio del proyecto para que revisen el expediente técnico, adelanten las gestiones y para que, principalmente, realicen la planificación del proyecto.	
10	LEAN	La oficina central no considera los procedimiento Lean dentro de su sistema de gestión.	Si la empresa tiene sistema integrado de gestión (SIG), este debe considerar los procedimientos Lean.	
11	LEAN	Los ingenieros del staff ocultan la información verdadera en sus reportes de producción y planificación Lean por temor a que sus jefes en la oficina central les llamen la atención.	Se recomienda a los gerentes no utilizar los resultados de las técnicas y herramientas Lean para llamar la atención a los colaboradores. Esto provocará que los ingenieros oculten sus errores en los próximos reportes. Utilizar la información estadística de las herramientas para la mejora continua.	
12	CALIDAD	Poca participación de las áreas de calidad y seguridad en la implementación Lean.	Las áreas de calidad y seguridad de un proyecto utilizan herramientas similares a las de la producción Lean. Ejemplo de ello son las 5s y el análisis de los cinco porqués. Esto puede utilizarse para ganar la colaboración de esas áreas en la implementación.	



13	PLANIFICACIÓN	El ingeniero de planeamiento está en el área de oficina técnica y desconoce la realidad de obra porque no sale mucho a campo. Esto hace que su planificación no sea adecuada.	Se recomienda que el ingeniero de planeamiento de obra o lean leader, según sea la cultura de la empresa, este dentro del área de producción del proyecto y no dentro del área de oficina técnica. Porque el área de producción es el área que tiene contacto directo con la realidad de obra y con su avance.	
14	SUPERVISIÓN	La supervisión no se identifica con las restricciones, demora en las liberaciones y desconoce los trabajos que se realizarán en campo.	No se aconseja pasar los entregables Lean a la supervisión, porque son internos y contienen un sinceramiento de los errores del staff que está construyendo. Lo que se recomienda compartir con la supervisión es el plan semanal, el plan diario y el plan de liberaciones de calidad según sea el caso.	
15	GERENCIA	El equipo del proyecto desconoce el estatus de los indicadores y de los resultados que el trabajo del mismo equipo está logrando.	Es adecuado tener un panel de control con los indicadores principales de la implementación Lean y que este panel sea difundido a todos los involucrados.	
16	GERENCIA	Se generan muchos retrasos en obra, paralización de mano de obra y encofrado muerto porque a veces la gerencia demora en tomar decisiones que no son competencia del propio staff.	Se recomienda a la gerencia disminuir la variabilidad (incertidumbre) vinculada a una falta de decisión en algún tema en particular. Tomando las decisiones de forma oportuna y manteniéndose a lo largo del tiempo en esas decisiones. El staff debe aportar alertando con la mayor anticipación posible las decisiones que corresponden a nivel de gerencia y que afecten el desarrollo del proyecto.	
17	PRODUCCIÓN	El personal obrero no está motivado y no se encuentra comprometido con el rápido avance de la obra.	El personal obrero trabaja mejor cuando se le da metas de producción diarias, fechas de culminación de actividades y cuando se les da responsabilidades (empoderamiento).	
18	LOGÍSTICA	Los ingenieros de producción desconocen la denominación de todos los materiales, lo cual provoca que realicen requerimientos de materiales incorrectos.	Para que los ingenieros de producción hagan un correcto requerimiento de materiales es recomendable que se les habilite de catálogos de proveedores y del catálogo particular de insumos de la empresa.	
19	PRODUCCIÓN	Los subcontratistas y trabajadores de los diferentes frentes se pelean por la utilización de recursos como agua y energía eléctrica.	La distribución de la utilización de energía eléctrica provisional, agua y utilización de espacios debe aparecer en el layout de obra. Y debe dársele primera prioridad cuando haya una gran cantidad de subcontratistas en obra.	
20	GERENCIA	El equipo de proyecto trabaja para su área sin importarle perjudica a las otras.	Es importante que todas las áreas del staff se les dé la misma meta. La meta del proyecto es para lo único que todos deben trabajar.	



21	ADMINISTRACIÓN	Existe demoras y tiempos muertos de los ingenieros que por una falta de internet no pueden imprimir, subir archivos al sistema, enviar correos, entre otros.	Se recomienda no escatimar gastos en la colocación de un servicio de internet rápido al staff, porque disminuye los tiempos muertos de los profesionales (costosas horas hombre). Esto se vuelve más crítico cuando se trabaja con sistemas ERP y servidores.	
22	ADMINISTRACIÓN	El equipo de proyecto trabaja de forma desmotivada porque el ambiente de trabajo donde se encuentra no es cómodo para ellos.	Invertir en darle unas cómodas obras provisionales al staff aumenta la productividad, porque los colaboradores trabajan más felices. Esto influye en el resultado de obra. Se aconseja no escatimar gastos en este aspecto.	
23	GERENCIA	Los ingenieros del equipo no expresan sus mejoras debido a que la gerencia les llama constantemente la atención por cada error que cometen. Esto provoca que los problemas persistan y no se resuelvan.	Se recomienda que la oficina central cree las condiciones para que el staff exprese sus ideas de mejora y para que reconozca sus errores. Ejemplo: mal medido en el requerimiento de materiales. A lo largo del tiempo es más ahorativo que un ingeniero acepte su error y detenga los despachos de materiales, a que lo oculte y se "utilice" en material en actividades innecesarias o las elimine.	
24	OFICINA TÉCNICA	El área de oficina técnica no conoce la realidad de campo lo cual provoca que las valorizaciones estén incorrectas y que la planificación elaborada no esté acorde a los avances.	Es recomendable que el área de oficina técnica haga recorrido de campo periódicos, porque esto le permitirá realizar mejores valorizaciones de subcontratos y la propia del contratista.	
25	PRODUCCIÓN	Los subcontratistas de la misma especialidad se pelean por ocupar ingresar a más áreas de trabajo y por la correcta valorización de sus metrados.	Si hay dos subcontratistas de la misma especialidad se recomienda utilizar ordenes de trabajo. Para que las zonas en las que trabajaran cada uno estén claramente definidas y se eviten conflictos. También ayuda a realizar correctas valorizaciones.	
26	LOGÍSTICA	Los diferentes subcontratistas y responsables de frente entran en disputa cada vez que sus trabajadores cogen materiales que le pertenecen al otro.	Se aconseja marcar los materiales y herramientas para evitar conflictos entre los diferentes subcontratistas. Por ejemplo, colocar cinta azul a los andamios de acero, y una marca de pintura roja a los andamios de albañilería.	
27	PRODUCCIÓN	Los maestros no entienden a cabalidad las coordinaciones y las indicaciones que los ingenieros de producción les dan.	Es importante utilizar la gestión visual para las coordinaciones y explicaciones a maestros y subcontratistas. Ejemplo es pegar los planos del proyecto en una pared.	
28	RESIDENCIA	El ingeniero residente no se da tiempo de realizar la gestión contractual y seguimiento a las cartas que se emiten y que deben ser contestadas, debido a que tiene que estar realizando un seguimiento constante a la oficina central para el abastecimiento de materiales y equipos.	Es una buena práctica tener un gerente de proyecto, si la envergadura de la obra lo permite. Así el ingeniero residente se concentra mayormente en la gestión contractual y en la parte técnica. También se aconseja que este gerente de proyecto este a tiempo completo en obra y que no dirija el proyecto de forma remota.	



29	GERENCIA	Los jefes de área no logran mantener al equipo motiva, productivo y unido debido a que no poseen las habilidades blandas que los cargos de responsabilidad requieren.	Los líderes deben mantener al equipo unido, pues el staff del proyecto está formado por seres humanos, cada uno con su forma particular de ver el mundo, hábitos y miedos. Se recomienda contratar líderes como gerentes, residentes e ingenieros jefes de área.	
30	OFICINA TÉCNICA	Se detectan interferencias y consultas al proyectista al momento de ejecutar los trabajos. Esto provoca que debido al poco tiempo que se le da al proyectista se mantengas los frentes parados.	Metodologías como el BIM ayudan a detectar con mayor anticipación y facilidad restricciones de información e ingeniería, así como a disminuir la carga de trabajo al momento de metrar. También facilitan la explicación de trabajos a realizar a maestros y subcontratistas. Si hay la posibilidad de utilizarlo en paralelo a la implementación Lean, se aconseja hacerlo.	
31	RRHH	Tener un equipo muy homogéneo genera problemas de falta de innovación o falta de experiencia según sea el caso. A su vez que las debilidades y fortalezas se repiten.	Tener gente con experiencia ayuda en gran medida a evitar errores y tomar buenas decisiones en obra. Tener gente nueva ayuda a traer las nuevas tendencias de gestión e ingeniería al proyecto. Se recomienda balancear el staff con los dos perfiles de profesionales.	
32	GERENCIA	Los gerentes de la oficina central llaman la atención al gerente de proyecto o residente de obra delante de sus subordinados lo cual provoca que el equipo ya no lo respete y en casos extremos obvien al gerente y acudan directamente a la oficina central.	Se recomienda a la oficina central empoderar al gerente de proyecto, darle recursos y exigirles resultados. No se recomienda desautorizarlo delante de su staff.	
33	LEAN	Algunos de los miembros del equipo del proyecto no participan de la reunión diaria ni de la reunión semanal.	Se recomienda controlar la asistencia a la reunión diaria y reunión semanal. Mandar memorándum al colaborador por inasistencias de ser necesario.	
34	LEAN	Los ingenieros no estan motivados en participar de la reunión semanal.	Asegurar un compartir en a la reunión semanal ayudara a que los ingenieros estén más prestos a participar proactivamente de la reunión.	
35	PRODUCCIÓN	Los ingenieros y maestros del área de producción no están cómodos con su ambiente de trabajo lo cual disminuye su motivación y productividad.	Es recomendable tener un ambiente adecuado y cómodo en la sala de reuniones de producción.	
36	PRODUCCIÓN	Se presentan retrasos por desconocimiento, errores de calidad por mal proceso constructivo y riesgo de accidentes debido a que no todo el personal de obra está capacitado al mismo nivel	Se recomienda hacer capacitaciones a obreros e ingenieros de forma periódica en obra. Esto se puede hacer con los mismos ingenieros que dominen un tema en particular o invitando a los especialistas de los diferentes proveedores y subcontratistas que tiene la obra.	
37	MATERIAL	Los despachos de cerco tipo UNI no eran los adecuados, no llegaban en las cantidades que el avance de obra requería y no cumplían en sus compromisos de despacho	Debe incluirse en el contrato u orden de compra de cerco prefabricado un calendario de despacho acorde a la programación de obra	



38	PRODUCCIÓN	Hubo un desabastecimiento de concreto hecho en obra debido a que los agregados del frente en estudio presto sus materiales al frente vecino según acuerdo de los gerentes de cada frente.	Los gerentes deben mantener constantemente comunicado al equipo del proyecto a fin de que estos puedan prever sus recursos con la anticipación debida.	
39	LOGISTICA	La planta de concreto móvil de la obra se quedó sin agregados.	Se debe dar la indicación al almacenero o área de logística si la hubiese de informar a los ingenieros de producción cada vez que los agregados se estén acabando, a fin de poder realizar el requerimiento de materiales correspondiente.	
40	PRODUCCIÓN	Incorrecto despacho de cercos prefabricados, los cuales veían en tráileres de 108 unidades de la misma orientación cuando se quería 54 de una orientación y 54 de la otra orientación a fin de empalmarlos y poder colocarlos.	Se debe coordinar con la planta de abastecimiento de obra el correcto despacho del cerco prefabricado según la necesidad de obra y con anticipación.	
41	CALIDAD	Los cerco prefabricados que llegaban a obra no tenían los requisitos de calidad exigidos (en este caso caravista) sino que presentaban cangrejas y en algunos casos falta de armaduras.	Se debe indicar al área de almacén que revise la calidad del producto antes de descargarlo a la obra. Así como registrar los incidentes detectados en la guía de remisión.	
42	CALIDAD	La mala calidad de los despachos de cerco prefabricado tipo UNI provocó re-trabajos así como trabajos no pagados: tarrajeo de cerco.	Para abastecimientos con problemas de calidad repetitivos debe darse la indicación al área de almacén de no descargar ni recibir materiales prefabricados que no tengan el visto bueno del ingeniero de calidad del staff.	
43	CALIDAD	Se realizó trabajos de sobre-calidad al tarrajar el filo del sobrecimiento del cerco perimétrico que no tenía un acabado adecuado por el encofrado deteriorado.	Se debe indicar a los maestros el alcance fijado en los planos y presupuesto para los diferentes elementos de la obra. En este caso el acabado es caravista y no debe tarrajearse. Para solucionar el problema se trajo planchas de fenólico nuevas y se evitó tarrajar, que era una partida no pagada.	
44	PRODUCCIÓN	Existencia de desplazamientos por tener un único baño químico para dos frentes de ejecución.	Se debe implementar un baño químico por frente para evitar desplazamientos. Y en obras lineales como el cerco perimétrico el baño químico debe desplazarse a medida que las cuadrillas de las diferentes especialidades se desplacen.	
45	PRODUCCIÓN	El tren de actividades se desordenó por la aceleración de los trabajos de acero.	Se debe dimensionar de forma correcta las cuadrillas de las diferentes especialidades para que todas avancen a la misma cantidad de metros lineales por día. Si la actividad de acero está a cargo de un subcontratista, el staff debe indicarle al responsable de la subcontrata la cantidad de cuadrillas que debe tener en dicho frente para evitar la sobreproducción y se siga el ritmo de trabajo.	



46	OFICINA TÉCNICA	Las incompatibilidades ente los planos de arquitectura, estructuras y las diferentes instalaciones provocaban que el tren de actividades se desconfigure al tener sectores parados.	Se debe revisar los planos con un mes de anticipación con ayuda de todo el equipo así como realizar la superposición en planta de los planos de todas las especialidades y que esto ayude a identificar interferencias que pudiesen existir.	
47	PRODUCCIÓN	La energía provisional fallaba muy seguido, era costosa y los diferentes frentes discutían para conectarse primero y poder realizar sus trabajos (incluso los subcontratistas se desconectaban entre ellos sus conexiones para poder conectarse ellos, lo cual causaba malestar, retrasos y riesgo de sufrir un accidente)	Planificar las obras provisionales (cantidad de una red de distribución en baja tensión) y dejar un plano señalizando los tableros, los puntos para conectarse y recorridos de tubería .	
48	CALIDAD	Trabajos que debieron hacerse en solaqueo (placas/columnas/parapetos/vigas) se hicieron en tarrajeo por un mal acabado.	Debe supervisarse a detalle el aplomo de, los encofrados y debe descontarse todos los trabajos rehechos a los subcontratistas para que sigan los lineamientos del equipo. También hay que utilizar un mejor material para el encofrado.	
49	PLANIFICACIÓN	No hubo un control diario de avance, lo cual no permitía a la residencia tomar rápidas decisiones.	Se debe contratar a un profesional especializado en control de obras desde un inicio hasta el final.	
50	SSOMA	El área de producción no siempre está comprometida con la seguridad de obra al nivel que el área SSOMA exige.	Hacer participar a los ingenieros de producción en las charlas de seguridad como expositores, así se obtiene un mayor compromiso por parte de ellos.	
51	RRHH	Los tiempos cortos de contratación del staff provocaban que estos estén distraídos en buscar otro trabajo y no se les tenía comprometidos al 100%.	Otorgar una estabilidad de meses de contrato al staff genera en ellos un mayor compromiso con el cumplimiento de metas	
52	PRODUCCIÓN	La sectorización de la fase de estructuras no se pudo cumplir en la etapa de acabados debido a que los sectores eran muy grandes para dicha etapa.	Debe tenerse en cuenta que la sectorización no debe ser rígida hasta el final del proyecto, si las características del proyecto lo exige, se debe realizar una sectorización para cada fase del proyecto.	
53	LEAN	Algunos procedimientos fueron tediosos, estos provocaron demoras en la obtención de resultados.	Reducir los pasos a ejecutar trae mayor productividad, se mantiene el tren planeado y evita hacer re-trabajos innecesarios que no son pagados.	
54	SSOMA	Falta de EPP's para los trabajadores en algunas semanas de la obra debido a nuevos ingresos que el área SSOMA no contemplo.	Se debe difundir la planificación y el histograma de personal a todo el staff a fin de que las áreas puedan hacer una previsión adecuada de los EPP para los trabajadores. También se debe trabajar con el stock critico de 8% mínimo de EPP's en almacén.	



55	EQUIPOS	En la línea de conducción se dimensionó la cantidad de equipos de excavación para un terreno tipo calichoso (duro) pero no se tuvo en cuenta que a partir de la mitad de la línea se tendría un terreno arenoso (blando) lo cual dio como consecuencia un alquiler innecesario de equipos.	Se deben realizar calicatas a lo largo de todo la línea a excavar, de esta manera se podrán requerir los equipos necesarios y se podrá realizar una programación mas al detalle, de acuerdo a los tipos de terreno que se tendrán identificados.	
56	EQUIPOS	Se tuvieron equipos de excavación sin frente de trabajo debido a que no se tenía el permisos necesario para comenzar los trabajos de excavación en lugares específicos.	Se debieron de tramitar las consultas y/o permisos con un tiempo de anticipación suficiente para que no afecte el tren de trabajo planificado.	
57	LOGISTICA	Llegó a obra un primer stock de tuberías que no cumplían con las especificaciones técnicas requeridas en el proyecto, el stock de tuberías que llegó a obra cumplía con el diámetro requerido, más no cumplía con la clase que se exigía.	Se debe verificar que los materiales que se envían a obra cumplan con las especificaciones solicitadas por los responsables de producción y se deben indicar al almacén no recepcionar materiales que no cumplan con las características estipuladas en el requerimiento de materiales.	
58	SSOMA	Que los trabajadores y la excavadora trabajen muy cerca causaba inconvenientes de respiración por la excesiva polución.	Se debe tener una cisterna que disminuya la polución en las zonas cercanas a los trabajadores y en las zonas con población. Para estas condiciones también es recomendable que la sectorización no este desplazada un día como normalmente se hace, sino dos o tres.	
59	PRODUCCIÓN	La cuadrilla de topografía causaba retrasos, debido a que al aumentar la cantidad de frentes no se añadió más cuadrillas de topografía.	Se debe considerar a la topografía como recurso crítico al momento de tomar la decisión de abrir más frentes. Cada frente en los trabajos de línea de conducción debe tener su cuadrilla de topografía propia o darle una movilidad a tiempo completo para que pueda satisfacer dos o más frentes.	
60	ADMINISTRACIÓN	Se tuvo la dificultad para dar nuevas instrucciones al maestro de obra, porque recorría largos caminos en los que no había señal.	Se debe abastecer a todo el staff, y en especial a los que trabajan en zonas sin cobertura, con celulares de la operadora activa o en su defecto utilizar radios de gran alcance.	
61	PRODUCCIÓN	Se tuvo largos desplazamientos del personal obrero que necesitaba utilizar los servicios higiénicos	Se debe mover el baño químico a medida que las cuadrillas van avanzando y cerrando sectores. Esto toma especial importancia en obras lineales como la línea de conducción y el cerco perimétrico.	
62	LOGISTICA	Se tenía algunos retrasos por falta de herramientas o materiales específicos en los frentes más alejados.	Se debe abastecer al frente de trabajo con una movilidad perenne para contingencias logísticas y de seguridad.	



63	EQUIPOS	Los equipos de compactación se malograban continuamente, lo cual provocaba paralizaciones en los frentes de relleno-	Se debe tener un adecuado calendario de mantenimiento a todos los equipos menores. También se debe capacitar al personal obrero en la utilización de los canguros compactadores. Y se recomienda, en la medida posible, comprar canguros compactadores de calidad y de mayor duración	
64	SSOMA	El personal obrero se queja por falta de agua bebible en sus frentes de trabajo	Se debe hacer responsable al maestro encargado del frente que vele por el abastecimiento correcto de agua, así como de materiales y herramientas para su personal cada día al inicio de jornada.	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

7.15. ANEXO 15: MANUAL DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

CD con los archivos del manual del sistema de producción



FUENTE: ARCHIVO DE OBRA